430.5
5531N.36.

#18629

ISSN 0376—477X

中華農業研究

第三十六卷　　第一期

目　次

米飯物理特性之遺傳……郭益全　劉　清… 1
栽培密度對玉米乾物質累積之影響……王強生　曹紹徽　劉大江… 15
大豆營養要素之累積分佈　Ⅲ.全生育期非構造性碳水化合物及營養要素之累積……王強生　劉大江… 29
落花生品種根之生長特性（英文）……黃明得　D. L Ketring… 41
大小粒型落花生品種之生長特性比較　Ⅰ.春作之農藝性狀與乾物質生產……張富洲　劉大江… 53
栽植密度對不同粒重水稻品種產量與生理性狀之影響……蔡金川… 63
氣溫與降雨量對本省主要椪柑產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響……張淑賢　李峰憲　吳婉麗… 75
環境因子對HN501藍綠藻生長的影響……簡宣裕　林錫錦… 87
感染唐菖蒲之菜豆黃化嵌紋病素之鑑定、純化及血清學研究……許秀惠　黃秋雄　張清安… 94
雜糧收穫後之害蟲防治技術……林　檥　李錦霞　羅幹成…105
小菜蛾性誘劑之田間誘效試驗Ⅱ.性誘劑對小菜蛾之防治與發生預測……錢景泰　邱瑞珍…111
葱薊馬*Thrips tabaci* Lindeman之生活史及其田間發生消長……呂鳳鳴　李錫山…118

中華民國七十六年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峯鄉

中華農業研究

第三十六卷　　第一期

中華民國七十六年三月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編輯委員：李良　沈再發　邱瑞珍　林益昇　林學正　連深　陳敏祥　黃眞生　蔡新聲　鄭允　劉大江　顏欽崇　羅幹成

出版者：臺灣省農業試驗所

臺中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號

印刷者：臺灣省政府印刷廠

臺中縣大里鄉中興路一段288號

JOURNAL OF

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER :

Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF :

C. L. Liaw

EDITORS :

M. S. Chen (Cytology)
E. Y. Cheng (Entomology)
S. C. Chiu (Biological Control)
C. S. Huang (Crop Breeding)
L. Li (Crop Breeding)
S. Lian (Plant Nutrition)
S. C. Lin (Horticulture)
Y. S. Lin (Plant Pathology)
D. J. Liu (Crop Physiology)
K. C. Lo (Entomology)
T. F. Shen (Vegetable Crop)
H. S. Tsai (Tissue Culture)
C. C. Yen (Agricultural Machinery)

米飯物理特性之遺傳[1]

郭益全 劉 清[2]

摘要：以包括親本與正反交組合之6×6全互交 F_1 材料探討米飯物理特性之遺傳。數據經以Griffing及Jinks-Hayman等兩套不同方法分析，結果發現，硬度、凝危性、脆性、咀嚼性及黏著性等5種米飯物理特性親本間之遺傳變異均極大，此變異係由累加性與顯性效應所引起。除凝集性爲顯性效應大於累加性應外；餘4性狀皆呈累加性效應大於顯性效應。5個米飯物理特性之一般與特殊組合力均極顯著，且一般組合力效應又遠大於特殊組合力效應。5個米飯物理特性均存在有細胞質效應。除凝集性外，餘4個米飯物理特性之狹義遺傳率均很高。經由迴歸與變方分析估得5個米飯物理性之顯性程度爲硬度、脆性、咀嚼性及黏著性呈部份或不完全顯性；凝集性則呈超顯性。正負等位基因頻度在親本間之分布除黏著性者爲相等外；餘4性狀皆不等。硬度、脆性及黏著性等3性狀之顯性基因數少於隱性基因數；咀嚼性則顯性基因數多於隱性基因數；而凝集性則顯隱基因數約相等。經藉迴歸圖析及親本顯性次序判定，硬度、凝集性及脆性等3性狀之顯性方向爲雙方向；而咀嚼性與黏著性則呈單方向。

往昔，國內各場所新育成有希望水稻材料之品質檢定，係由臺中區農業改良場米質研究室統籌辦理。其檢定項目係綜合美國農部及國際稻米研究所之方法，一般分成碾米品質（milling quality）、米粒外貌（grain appearance）及烹調與食用品質（cooking and eating quality）等三部份。其關係食用品質之檢定，以往均以生米粒之直鏈澱粉含量（amylose content）及膠體硬度（gel consistency）爲判定之依據，此判定依據就秈稻言尚稱適用[13,14,19]。但就稉稻言則不適用[22]。故目前均輔以食味官能品嚐。而食味之官能品嚐雖較恰當，但所受供試品種數、基準品種及食味審查團組成員額與代表性等之頗多限制[5]，人爲主觀因素常左右正確之官能評價結果。

其實，米飯食用品質之決定，歸納而言可分成三方面：一爲米飯之外觀是否亮麗耀眼引人注目（即光澤）；二爲米飯之香味是否令人聞之涎垂，食指欲動（即香味）；三爲吾人咀嚼器官對米飯行咀嚼作用之感受是否適口（即所稱黏彈性或所謂Q）。據日人平野氏[4]之綜論，學者們對光澤、香味及黏彈性之與米飯食味關係之研究雖多且明確。唯至目前止，吾人對米飯之香味及光澤尚未能予以客觀數值化[4]，故此兩性狀可應用於育種選拔之客觀評估方法尚待開發。而黏彈性（或稱Q），其實爲米飯物理特性之概括，其客觀之評估一般可用米構造測定儀（Texturometer或Rheometer）測定之。此類儀器係模擬人類口腔運動方式而設計發展成之機器，可直接測定米飯之硬度（hardness）、附著性（adhesion）、凝集性（cohesiveness）、彈力性（elasticity）、脆性（brittleness）、咀嚼性（chewiness）及黏性（gumminess）等物理特性，是一種可將米飯物理特性客觀數值化之儀器，日本方面已有數篇報告描述其結果[5,6,7,18,21]。

米飯之食用品質雖受環境强烈之影響，但實爲品種特性之一，可藉育種手段來改良[5]。研究

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1319 號。

2.臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員及前研究員（現臺灣大學教授）。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

[6,18] 顯示：日人所謂之良質米與非良質米間前述諸種米飯物理特性間有相當之變異存在。因之米飯物理特性遺傳行爲之探討，對本省良質米之選育自有必要性，故進行本項研究。

材料與方法

越光、豐錦、臺農67號、臺中65號、Pegonil及 Nakkhaongo 等 6 個水稻品種被選爲全互交親本。其包括正反交之30個 F_1 組合及 6 個親本於1984年 1 期作被培植於本所萬豐試驗農場。田區設計採逢機完全區集 (RCBD) ，2 重覆。每小區插植 5 行，每行 12 株，行株距 25×25cm。肥料用量 $N-P_2O_5-K_2O$ 依次爲 80—40—50kg/ha 。成熟適期收穫時，每小區均去邊行及頭尾株，僅收穫中間30株。日光曝曬至稻穀含水量爲14%。稻穀樣品以日本Satake脫殼機碾成糙米，再以美國 Seedburo McGill No. 2 Miller 碾白機，碾白30秒，磨光30秒。各該樣品以經去碎米 (broken rice) 後之完整米粒 (head rice or perfect rice) 備用。

米飯之製備仿 Okabe[18] 之方法進行。20g 之各該樣品之完整白米盛於150ml 之燒杯 (Pyrex, No. 1000) 中，加二次蒸餾水 25ml ，後以鋁箔紙封口並浸泡 10 分鐘。後以移去內鍋之大同電鍋 (TAC-6H) 烹煮之，每次可同時煮 6 個樣品，外鍋加水 42ml 。電鍋自動開關跳開後，燜飯15分鐘後起鍋。去鋁箔紙，覆白紗布，室溫熱平衡 (thermal equilibration) 1 個小時，挑取燒杯中間部份，米飯粒子完整，粒形一致之飯粒，以 Okabe 之單粒法 (One-kernel technique) 測試，每次測試進行 3 個循環 (cycle) ，每個米飯樣品 (每燒杯) 測五個飯粒，每小區重覆煮兩次米飯，所得數據之均值爲該小區之米飯物理特性值，即每一米飯樣品之物理特性值爲各樣品米飯十個飯粒測定值之平均。 6 個全互交親本1984年 1 期作各該米飯物理特性如表 1 。

米飯物理性測試儀器是日本不動工業株式會社之Rheometer (NRM-2020J-CW) ，測試條件爲：偵測之範圍 (sensory range) 0—5000g，測試速度 30cm/m, 粘彈測試棒直徑 10.0mm。測試方式以上下 (Up & Down) 連續運動方式進行。

Table 1. The physical properties of cooked milled-rice of six varieties

Varieties	Hardness (g)	Cohcsiveness	Brittleness (g)	Chewiness (g)	Gumminess (g)
Koshihikari	380.0	1.5588	365.5	1,108.45	596.5
Toyonishiki	463.0	1.5167	448.0	1,217.70	698.8
Tainung No. 67	439.7	1.6743	423.0	1,358.20	736.4
Taichung No. 65	575.5	1.6616	542.5	1,776.35	970.2
Pegonil	795.6	1.5255	780.0	2,231.35	1,202.4
Nakkhaongo	741.3	1.5563	725.5	2,156.45	1,158.5

全互交各遺傳介值之分析與估算係按 Hayman[9,10] 及Jinks[11] 之理論進行；親本之顯性次序及方向則依 Johnson and Aksel[12] 之方法檢討；一般及特殊組合力之估算則按 Griffing[8] 氏之 Method I 進行；廣義及狹義遺傳率之估算則據 Mather and Jinks[16] 之公式計算。

結　果

供試水稻材料 5 個米飯物理特性之數據，經分別以 Griffing氏[8] 及 Jinks-Hayman[9,10,11] 氏兩種全互交表變方分析法進行分析，結果對照並列成表2 。由表2 知，Griffing 氏與 Jinks-Hayman 氏之分析結果相當一致。5 個米飯物理特性之一般組合力 (GCA) 及特殊組合力 (SCA) 之均方

(Griffing氏）與對應之 a 變因及 b 變因之均方（ Jinks-Hayman 氏）皆極顯著，除凝集性

Table 2. Griffing's and Hayman's analyese of variance for the physical properties of cooked milled-rice in 6×6 diallel cross

Traits	Griffing			Hayman		
	Source	df	Mean square	Source	df	Mean square
Hardness	Block	1	—	Block	1	—
	Genotype	35	—	Genotype	35	—
	GCA	5	99744.064**	a	5	199488.128**
	SCA	15	775.797**	b	15	1551.595**
				b_1	1	76.360ns
				b_2	5	1299.225**
				b_3	9	1855.715**
	Reciprocal	15	1376.292**	c	5	4330.365**
				d	10	1965.693**
	Error	35	—	Error	35	—
Cohesivesess	Block	1	—	Block	1	—
	Genotype	35	—	Genotype	35	—
	GCA	5	0.009**	a	5	0.018**
	SCA	15	0.006**	b	15	0.012**
				b_1	1	0.000ns
				b_2	5	0.005*
				b_3	9	0.017**
	Reciprocal	15	0.005**	c	5	0.010**
				d	10	0.009**
	Error	35	—	Error	35	—
Brittleness	Block	1	—	Block	1	—
	Genotype	35	—	Genotype	35	—
	GCA	5	100327.681**	a	5	200655.361**
	SCA	15	865.467**	q	15	1730.934**
				b_1	1	362.003ns
				b_2	5	1731.672**
				b_3	9	1882.628**
	Reciprocal	15	1468.467**	c	5	4889.833**
				d	10	1960.483**
	Error	35	—	Error	35	—
Chewiness	Block	1	—	Block	1	—
	Genotype	35	—	Genotype	35	—
	GCA	5	678775.981**	a	5	1357547.962**
	SCA	15	8473.737**	b	15	16947.474**
				b_1	1	3414.454*
				b_2	5	9858.127**
				b_3	9	22731.114**
	Reciprocal	15	27056.105**	c	5	82132.504**
				d	10	40102.064**
	Error	35	—	Error	35	—
Gumminess	Block	1	—	Block	1	—
	Genotype	35	—	Genotype	35	—
	GCA	5	208329.127**	a	5	416658.254**
	SCA	15	1441.917**	b	15	2883.834**
				b_1	1	2107.256**
				b_2	5	890.188ns
				b_3	9	4299.923**
	Reciprocal	15	6291.270**	c	5	25741.575**
				d	10	6005.024**
	Error	35	—	Error	35	—

*, **: Statistically significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ns: Non-significant.

(cohesiveness) 外，餘 4 個米飯物理性之一般組合力與 a 變因之均方又分別遠大於特殊組合力與 b 變因之均方，此表示此米飯 5 個物理特性有關遺傳基因之累加性與顯性效應對這些性狀之表現均扮有極重要之角色，就中，米飯之硬度 (hardness) 、脆性 (brittleness) 、咀嚼性 (chewiness) 及黏性 (gumminess) 等 4 個特性之累加性效應又較顯性有較强之支配力。 Griffing 氏之正反交效應之均方與 Jink-Hayman 氏之 c 及 d 變因之均方皆極顯著，一致表示雌親之細胞質可能影響到此 5 個米飯物理特性之表現，即 5 個米飯物理特性有母性效應 (maternal effect) 存在。另外，Jinks-Hayman氏變方分析結果尚顯示：除咀嚼性及黏性外，餘硬度、凝集性及脆性等 3 個米飯物理性之b_1變因皆不顯著，表示咀嚼性與黏性等 2 個特性之顯性方向係單方向 (unidirection) ，而硬度、凝集性及脆性等 3 個米飯特性之顯性方向則不屬單方向顯性；除黏性外，餘硬度、凝集性、脆性及咀嚼性等 4 個特性之b_2變因皆極顯著，指出這 4 個特性有關基因之顯性效應，部份係由於正負效應等位基因 (the positive and negative alleles) 在諸親本間之分布不均分或不對稱所致；同時，5 個米飯物理特性之 b_3 變因皆極顯著，表示不歸諸於 b_1 及 b_2 變因之顯性效應，即累加性與累加性 、 累加性與顯性及顯性與顯性等三類遺傳基因之交感作用可能存在此 6 × 6 之全互交組合中。

Table 3. Estimates of Griffing's general combining ability and specific combining ability effects for the physical properties of cooked milled-rice of the six parental cultivars of rice

Traits	Parents	GCA effects	SCA effects				
			2	3	4	5	6
Hardness	Koshihikari	−101.094	−10.53	−1.63	9.43	−12.51	2.04
	Toyonishiki	− 66.398	—	7.93	3.34	− 9.31	−25.25
	Tainung No. 67	− 60.682		—	−37.80	14.30	25.11
	Taichung No. 65	15.451			—	31.00	18.45
	Pegonil	120.226				—	− 9.63
	Nakkhaongo	92.497					—
Cohesiveness	Koshihikari	0.002	0.04	0.03	0.04	− 0.03	− 0.05
	Toyonishiki	−0.001	—	0.04	− 0.01	− 0.01	− 0.01
	Tainung No. 67	0.024		—	0.03	− 0.06	− 0.08
	Taichung No. 65	0.035			—	− 0.05	− 0.02
	Pegonil	−0.034				—	0.13
	Nakkhaongo	−0.027					—
Brittleness	Koshihikari	−100.306	− 9.61	− 1.65	11.68	−17.19	2.76
	Toyonishiki	− 67.681	—	9.22	6.81	− 8.32	−29.36
	Tainung No. 67	− 58.889		—	−34.74	15.64	22.85
	Taichung No. 65	15.528			—	31.22	21.68
	Pegonil	121.653					− 3.94
	Nakkhaongo	92.694					—
Chewiness	Koshihikari	−275.072	− 4.42	11.10	79.48	−75.45	−32.74
	Toyonishiki	−200.926	—	82.65	20.61	19.30	−99.94
	Tainung No. 67	−141.272		—	−97.37	63.70	−64.27
	Taichung No. 65	104.974			—	−10.82	78.26
	Pegonil	304.028				—	16.53
	Nakkhaongo	208.269					—
Gumminess	Koshihikari	−154.917	−12.42	6.24	46.90	−31.48	−19.03
	Toyonishiki	−103.563	—	29.86	1.32	−11.64	−16.55
	Tainung No. 67	− 81.217		—	−56.00	27.82	−10.20
	Taichung No. 65	48.870			—	18.90	12.96
	Pegonil	165.479				—	21.50
	Nakkhaongo	125.346					—

每一親本 5 個米飯物理特性之一般組合力與特殊組合力列於表 3 ，概言之，除凝集性外，餘硬度

、脆性、咀嚼性及黏性等 4 個米飯物理性親本間之一般組合力有一致之變異趨勢，即越光、豐錦及臺農67號等 3 個親本此 4 個米飯物理性之一般組合力皆屬負值，就中，越光係此 3 負值親本中，4 物理性一般組力值均最小者。臺中65號、Pegonil及N akkhaongo 等三個親本此 4 個米飯物理性之一般組合力皆係正值，其中，Pegonil 係此 3 正值親本中，4 米飯物理性一般組合力值均最大者。特殊組合力效應之變異趨勢則無一致之趨勢。

5 個米飯物理特性經親本間W_r-V_r 值之純質性測驗（homogeneity test）結果皆不顯著（值未列出），表示本試驗 5 個米飯物理特性之資料符合 Hayman [10] 氏 [10] 之遺傳假說，乃進一步估算此 5 個米飯物理特性之遺傳成分（表 4）及遺傳系統（表 5），並繪製此 5 米飯物理特性之每親本與後裔間之序列變積（W_r）對親本序列變方（V_r）而變之迴歸圖（圖 1）及每序列之親本計量（Y_r）與顯性次序（W_r+V_r）間之標準偏差圖（圖 2），以闡釋供試全互交親本諸米飯物理特性之遺傳行為。

Table 4. Estimates of genetical components of variance and their standard deviations for physical properties of cooked middle-rice in 6×6 diallel cross of rice

Genetical component	Hardness	Cohesiveness	Brittleness	Chewiness	Gumminess
D	28710.64** ±159.89	0.00379** ±0.00151	28667.6** ±192.9	234178.40** ±1234.72	64164.5** ±233.8
H_1	1923.47** ±405.89	0.01086** ±0.00383	2178.8** ±489.6	17888.65** ±3134.44	2376.0** ±593.5
H_2	1505.70** ±362.60	0.00992** ±0.00342	1633.9** ±437.4	15188.82** ±2800.08	2280.4** ±530.2
h^2	8.46ns ±244.05	0.00051ns ±0.00230	73.6ns ±294.4	393.67ns ±1884.64	137.8ns ±356.8
F	− 4111.96** ±390.61	0.00208ns ±0.00369	− 4213.9** ±471.4	10913.35** ±3016.42	−5082.4** ±571.2
E	22.95ns ±60.43	0.00091ns ±0.00057	48.5ns ±72.9	879.32ns ±466.68	101.7ns ±88.4
$D-H_1$	26787.16** ±356.38	−0.00707* ±0.00336	26488.8** ±429.9	216289.75** ±2752.13	61788.5** ±521.1

*, ** : Statiatically significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
ns : Non-significant.

表 4 顯示米飯硬度之累加性效應（D）與顯性效應（H_1 H_2）等遺傳成分均極顯著，因知累加性效應與顯性效應對米飯硬度之表現甚為重要。$D-H_1$值為極顯著之正值，指出支配米飯硬度有關基因之累加性效應極顯著地大於顯性效應。而環境效應（E）不顯著，認為本試驗進行中，由田區到米飯分析過程中，外界因子之局部控制尚佳，兩重覆間之差異微小而可忽略不計。F成分為極顯著之負值，顯示參試 6 × 6 全互交親本米飯硬度之遺傳體系中，顯性等位基因之頻度可能遠低於隱性等位基因之

Table 5. Estimates of genetical systems for the physical properties of cooked milled-rice in 6×6 diallel cross of rice

Estimate	Hardness	Cohesiveness	Brittleness	Chewiness	Gumminess
$(H_1/D)^{1/2}$					
By graphic	0.26	1.68	0.28	0.29	0.22
By variance	0.26	1.69	0.28	0.28	0.19
$H_2/4H_1$	0.20	0.23	0.19	0.21	0.24
K_d/K_r	0.57	1.39	0.58	1.18	0.66
h^2/H_2	0.01	0.05	0.05	0.03	0.06
Heritability (%)					
Broad-sense	99.87	25.58	99.72	99.25	99.71
Narrow-sense	97.65	8.91	97.34	86.03	98.10
r of $(W_r+V_r)/Y_r$	0.32ns	0.56ns	0.27ns	0.77**	0.91**
Order of parent dominanec	261534[a]	654213	216534	132456	132456
Order parent performance	132465[a]	256143	123465	123465	123465

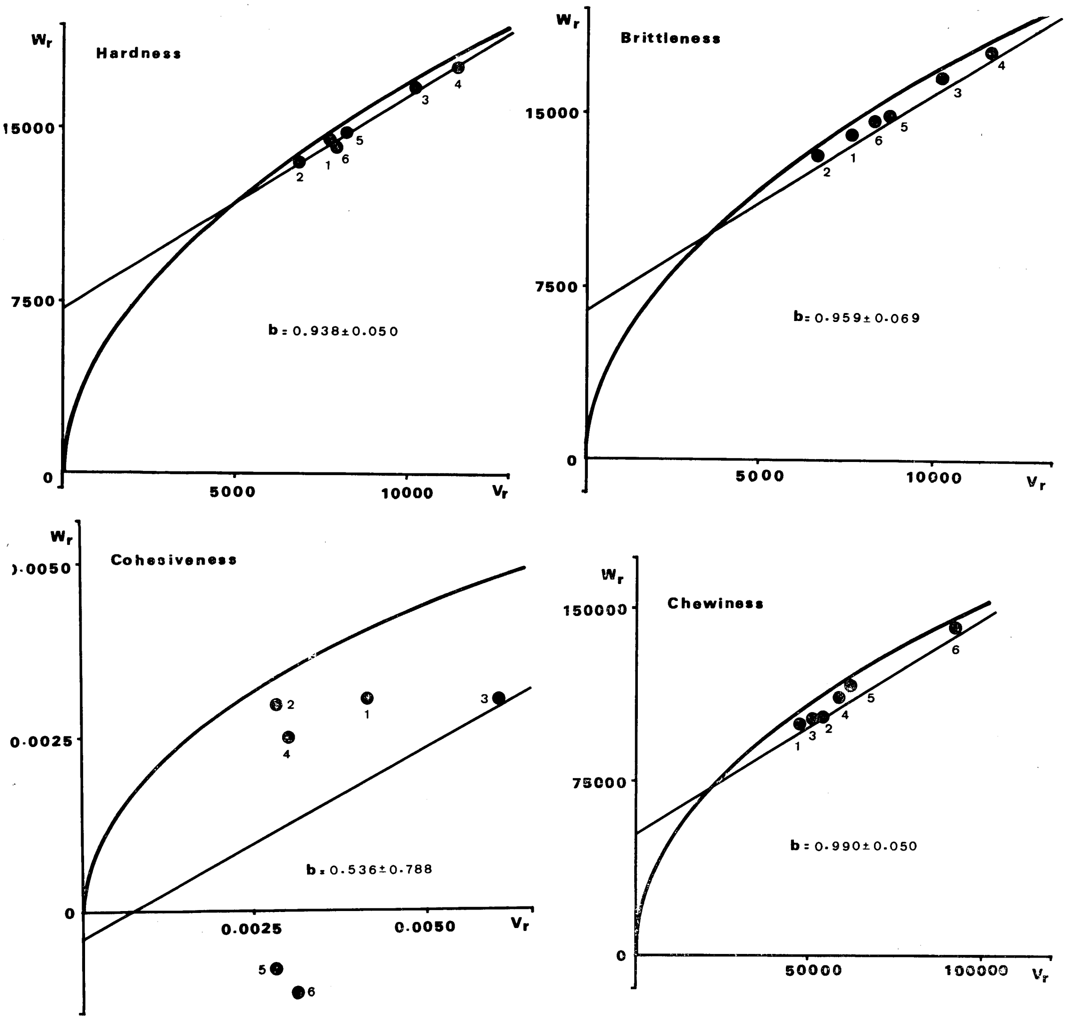
*, ** : Statistically significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ns : Non-sgnificant.

a : 1-Koshihikari, 2-Toyonishiki, 3-TainungNo. 67, 4-Taichung No. 65, 5-Pegonil, 6-Nakkhaongo.

頻度，比較本性狀親本間顯隱性基因總數之比值 (K_d/K_r) 爲 0.57 (表 5)，遠小於 1。由此極顯著負値之 F成分及$K_d/K_r=0.57$之事實，可確定本研究供試親本間米飯硬度有關基因羣中，顯性基因羣數遠低於隱性基因羣數，且顯性基因羣數約爲隱性基因羣之一半左右。經由迴歸圖解法與變方分析，估得米飯硬度之平均顯性程度值 [$(H_1/D)^{1/2}$] 均爲0.26 (表 5)；而本性狀 W_r依V_r 而變之迴歸直線，切 W_r 軸於原點上方 (圖 1)，指出諸全互交親本支配米飯硬度之顯性基因的顯性程度爲不完全或部份顯性。提供評估親本間目標性狀正 (u) 與負 (v) 等位基因平均相對頻度是否相等之 $H_2/4H_1$ 的比值爲 0.20 (表 5)，與正負等位基因平均頻度相等之極限值 0.25 (即$u+v=1.0$, $u \cdot v=0.25$) 不等，此結果配合全互交表變方分析結果本性狀極顯著之b_2值 (表 2)，因認定有關本性狀正與負等位基因之相對頻度在諸親本間之分布爲不均勻或不對稱分布。參試全互交親本米飯硬度之序列親本計量 (Y_r) 與對應之顯性次序 (W_r+V_r) 值之相關雖爲正值，但不顯著 (表 5)，表示本研究供試材料有關米飯硬度性狀之遺傳體係中，顯性方向爲雙方向 (ambidirection)，恰與全互交表變方分析結果不顯著之b_1變因 (表 2) 所蘊含之顯性方向不爲單方向之結果相印證。依 W_r+V_r 值判得本性狀之親本顯性次序爲261534，而與圖 1 及圖 2 之結果相一致。本性狀親本之表現次序則順次爲132465。本研究估得米飯硬度之廣義與狹義遺傳率值均很高，表示本性狀之表現型變異主由累加性效應控制。本性狀之具顯性效應基因羣數之估值$h^2/H_2=0.01 \doteqdot 0$，表示本性狀之具顯性效應的基因羣數無法偵出。按當有關基因僅具些許或無顯性 (little or no dominance) 時，此值不易檢出[20]；而當諸顯性基因效應符號正負相異時[20]，或有互補基因作用時[10]、或n個基因座之效應不等或非單方向顯性時[3]，此值易被低估。

米飯凝集性之累加性應 (D) 與顯性效應 (H_1及H_2) 均極顯著 (表 4)，表示累加性與顯性效應對米飯凝集性之表現至爲重要。而本性狀之$|D-H_1$值爲顯著之負值，因知，控制米飯凝集性之有關基



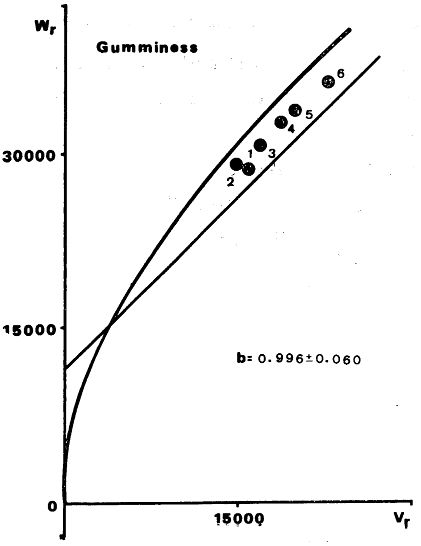
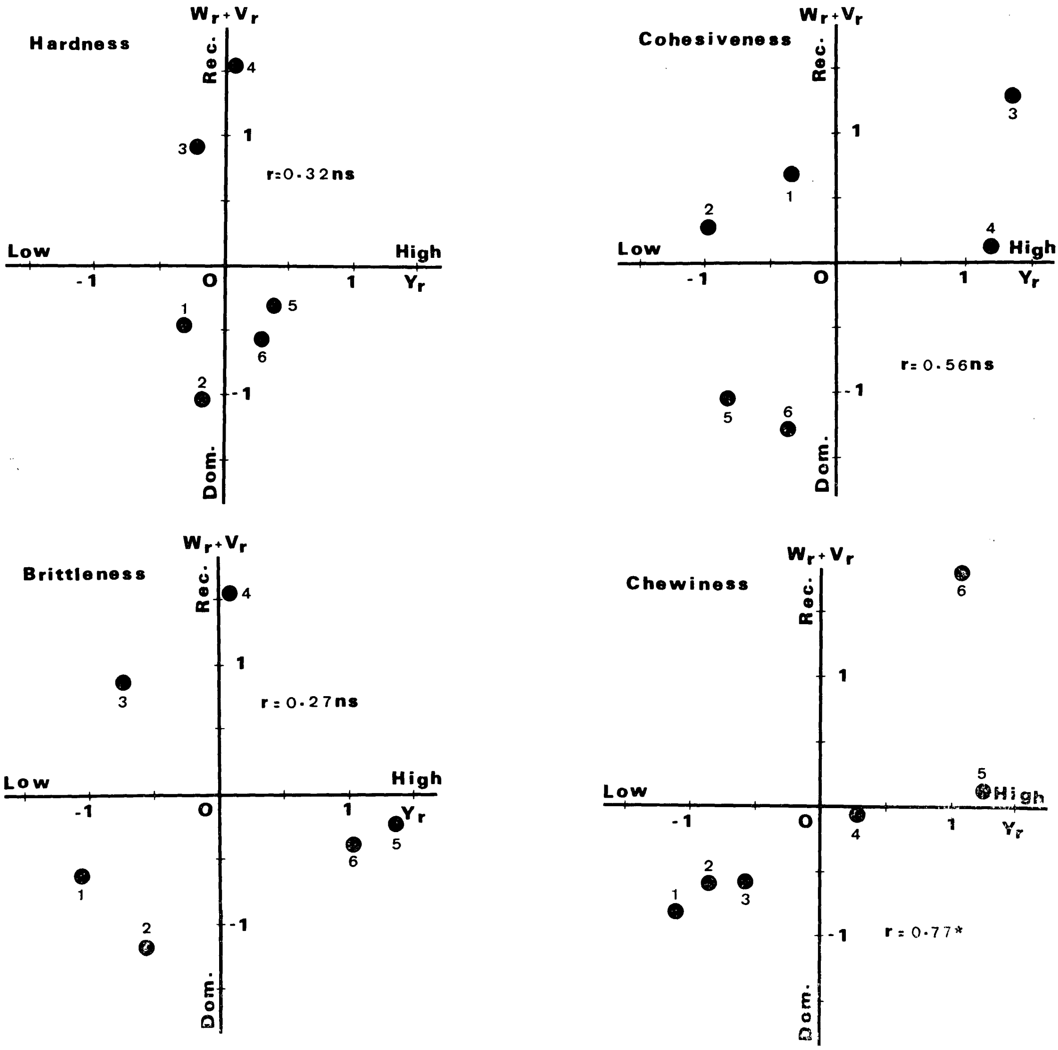


Fig. 1. W_r/V_r graphs for the physical properties of cooked milled-rice.

Parental code: 1-Koshihikari, 2-Toyonishiki , 3-Tainung No. 67, 4-Taichung No. 65, 5-Pegonil, 6-Nakkhaongo.



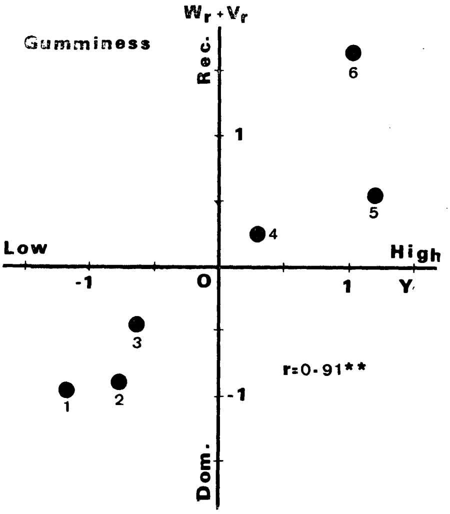


Fig. 2. Standardized deviation graphs between Y_r (parental performance) and W_r+V_r (order of dominance) for the physical properties of cooked milled-rice.

Parental code: 1-Koshihikari, 2-Toyonishiki, 3-Tainung No. 67, 4-Taichung No. 65, 5-Pegonil, 6-Nakkhaongo.

因效應中，顯性效應顯著地大於累加性效應。環境效應（E）不顯著，表示本研究供試材料所測得本米飯凝集性之重覆間之差異甚小，不足為道。 H_1 成分與H_2成分值近似，但由提供評估親本間有關支配米飯凝集性之正與負等位基因相對頻度分布是否對稱之估值 $H_2/4H_1=0.23$ •（表5）。雖近於極限值v＝0.25，但配合本性狀顯著之b_2變因（表2），故可明確地認定 H_1與H_2成分之值不等，此即表示有關米飯凝集性基因體系中，正與負等位基因之平均相對頻度在諸親本間之分布不均勻或不對稱。F成分不顯著（表4），表示在參試親本米飯凝集性之遺傳體系中，顯性基因之頻度可能與隱性基因之頻度相等，進一步印證本性狀諸親本顯隱基因總數之比值 $K_d/K_r=1.09\div1$（表5），故認定，參試親本關係米飯凝集性之基因羣中，顯隱性兩羣基因之總數應屬相等。本性狀之平均顯性程度值〔$(H_1/D)^{1/2}$〕，經迴歸圖析及變方分析等兩類方法估得之結果十分近似，約達 1.70 左右，遠大於1；W_r依V_r而變之迴歸直線切W_r軸於原點下方（圖1），獲知支配米飯凝集性之有關基因之顯性程度呈超顯性。參試全互交親本米飯凝集性之序列親本計量（Y_r）與對應之 W_r+V_r值之相關係數雖為正值，但不顯著，指出本研究參試水稻有關米飯凝集性之遺傳體系中，顯性基因之顯性方向為雙方向，而與全交表之分析結果不顯著之b_1變因（表2）所蘊含之顯性方向不為單方向之結果相一致。本性狀之親本表現次序順次為256143，而依顯性次序值（W_r+V_r）判得本性狀之親本顯性次序則為 654213，恰能與圖1及圖2相呼應。本性狀之有關基因效應中，係顯性效應顯著地大於累加性效應（表4），故廣義及狹義遺傳率值均甚小（表5），因知本性狀表現型之變異主由顯性效應所控制。本性狀之具有顯性效應之基因羣數之估值$h^2/H_2=0.05\div0$，顯示本性狀似無具顯性效應的主效基因羣存在。按當有關基因僅具些許或無顯性時，此值不易估出 [20]；而當諸顯性基因符號正負相異時 [20]、或有互補基因作用時 [10]、或 n 個基因座之效應不等或非單方向顯性時 [3]，此值易被低估。

米飯脆性之累加性效應（D）與顯性效應（H_1及H_2）等遺傳成分均極顯著（表4），指出累加性與顯性效應對米飯脆性之表現相當重要。而本性狀之$D-H_1$為極顯著的正值，故可知左右米飯脆性之有關基因效應中，累加性效應極顯著地大於顯性效應。環境效應（E）不顯著，認定本研究外界環境因子局部控制尚得當，重覆間之差異不顯著。由提供評估親本間有關控制米飯脆性之正與負等位基因平均相對頻度是否相等之估值$H_2/4H_1=0.19$，異於正負等位基因平均相對頻度相等時之極限值 0.25 及本性狀極顯著之b_2變因（表2）等數據，認定本性狀之H_1與H_2兩遺傳成分值不等，亦即由此推知有關米飯脆性之遺傳體系中，正與負等位基因之平均相對頻度在親本間之分布不相等或不對稱。F 成分為極顯著之負值（表4），親本間顯隱性基因總數之比值 $K_d/K_r=0.58$（表5），遠低於1，此兩項數據一致指出參試親本支配米飯脆性之基因羣中，顯性基因之羣數約為隱性基因羣數之一半之譜。經由迴歸圖析及變方分析兩法估得本性狀之平均顯程度值〔$(H_1/D)^{1/2}$〕，均介於0與 1 之間；親本與後裔間序列變積（W_r）依親本序列變方（V_r）而變之迴歸直線切W_r軸於原點之上方（圖1），獲知參試材料支配米飯脆性有關基因之顯性程度屬不完全顯性或部分顯性。參試全互交親本米飯脆性之序列親本計量（Y_r）與各該對應顯性次序（W_r+V_r） 值之相關係數為正值，但不顯著（表5），可知本研究參試水稻材料有關米飯凝集性之遺傳體系中，顯性單因之顯性方向為雙方向，正與全互交表變方分析結果不顯著之b_1變因（表2）所蘊含之顯性方向不為單方向之結果相呼應。本性狀之親本表現次序依次為 123465；按顯性次序（W_r+V_r）判得本性狀之親本顯性次序為216534，恰能與圖1與圖2相符。本研究估得米飯脆性之廣義與狹義遺傳率值均很高，表示本性狀之表現型變異主由累加性效應所致，也與本性狀之有關基因效應中，累加性效應遠大於顯性效應之結果（表4）相印證。本性狀似無具顯性效應之主效基因羣存在 （$h^2/H_2=0.05\div0$，表5），按當目標性狀之有關基因僅具些許或無顯性作用時，此值不易估出 [20]；而當諸顯性基因符號正負相異時 [20]、或有互補基因作用時 [10]、或n 個基因座之效應不等或非單方向顯性時 [3]，此值易被低估。

米飯咀嚼性之累加性效應（D）與顯性效應（H_1 及 H_2）等遺傳成分均極顯著（表4），指出累加性與顯性效應對米飯咀嚼性之表現至爲重要。而本性狀之$D-H_1$爲極顯著之正値，故知控制米飯咀嚼性之有關基因效應中，累加性效應極顯著地大於顯性效應。環境效應E 不顯著，可知本性狀重覆間之差異不顯著。F 成分爲極顯著之正値，顯示參試6×6全互交親本米飯咀嚼性之遺傳體系中，顯性等位基因可能遠高於隱因等位基因之頻度，印證本性狀諸親本顯隱性基因總數之比值（K_d/K_r）爲1.18（表5），略大於1之事實，可知本研究參試親本間關係米飯咀嚼性之基因羣中，顯性基因之總數應略多於隱性基因之總數。經由迴歸圖解法與變方分析估得米飯咀嚼性之平均顯性程度値〔$(H_1/D)^{1/2}$〕介於零與1之間（表5）；而本性狀親本與後裔間序列變積（W_r）依親本序列變方（V_r）而變之迴歸直線切 W_r 軸於原點之上方（圖1），可肯定參試水稻材料支配米飯咀嚼性有關基因之顯性程度呈不完全或部分顯性。提供評估親本間目標性狀正與負等位基因平均相對頻度之比値（$H_2/4H_1$），本性狀爲0.21（表5），異於正負等位基因平均頻度相等之極限値0.25，此結果與全互交表變方分析結果本性狀極顯著之b_2値（表2），可確定有關米飯咀嚼性正與負等位基因之平均相對頻度在諸親本間之分布爲不相等或不對稱。供試全互交親本米飯咀嚼性之序列親本計量（Y_r）與其對應之顯性次序（W_r+V_r）值之相關值爲顯著之正値（表5）。表示當親本序列計量（Y_r）增加時，對應之顯性次序（W_r+V_r）値亦相對增加，此即親本序列計量增加時，親本所含該性狀隱性基因之數目亦伴隨增加，亦即親本米飯咀嚼性值由低而高之變異係導因於支配本性狀隱性基因羣數增加之故。綜合本性狀Y_r與（W_r+V_r）間顯著之正相關及極顯著之 b_1 値（表2），並印證圖1及圖2知，本全互交供試親本中米飯咀嚼性值低者對高者爲顯性，而諸親本有關米飯咀嚼性之顯性次序爲132456，而親本之表現次序爲123465。其第1親本（Koshihikari）之咀嚼性値最小，而其所攜帶之減量顯性基因之正純結合體數也最多。本性狀之之廣義及狹義遺傳率値均高，早期選拔有效。本研究估得米飯咀嚼性之具顯性效應的主效基因羣數估値$h^2/H_2=0.03\div0$，表示米飯咀嚼性似無主效基因羣存在。按當目標性狀之有關基因僅具些許或無顯性作用時，此値不易估出[20]。

米飯黏性之累加性效應（D）與顯性效應（H_1及H_2）等遺傳成分均極顯著（表4），表示累加性與顯性效應對米飯黏性之表現極爲重要。又因本性狀之$D-H_1$値爲極顯著之正値，故知支配米飯黏性之有關基因效應中，累加性效應極顯著地大於顯性效應。環境效應E 不顯著，顯示本性狀重覆間之差異不大。F 遺傳成分極顯著之負値，顯示參試6×6全互交親本支配米飯黏性之遺傳體系中，顯性等位基因之頻度可能遠低於隱性等位基因之頻度，參照本性狀親本間顯隱基因總數之比値（K_d/K_r）爲0.66（表5），小於1。故確定本研究供試親本間米飯黏性之有關基因羣中，顯性基因之羣數較隱性基因羣數爲少。經由迴歸圖析及變方分析兩法估得本性狀之平均顯性程度値〔$(H_1/D)^{1/2}$〕，均介於0與1之間（表5）；W_r依V_r而變之迴歸直線切Wr 軸於原點上方（圖1），因知參試材料支配米飯黏性有關基因之顯性程度屬不完全顯性或部分顯性。本性狀供評估親本間正與負等位基因平均相對頻度是否相等之比値（$H_2/4H_1$）爲0.24（表5），與正負等位基因平均相對頻度相等之極限値 0.25 近似，此結果參照全互交表變方分析結果本性狀 b_2 値不顯著（表2），因認定有關本性狀正與負等位基因之相對頻度在親本間之分布爲均勻或對稱分布，此亦即 H_1與H_2 兩遺傳成分相等。供試全互交親本米飯黏性之序列親本計量（Y_r）與其對應之顯性次序（W_r+V_r）值呈極顯著之正相關（表5），按當高計量親本（即含最多增量基因）之（W_r+V_r）値最低（即具最多之顯性基因）時Y_r與（W_r+V_r）成負相關；而當高計量親本之W_r+V_r値爲最高時，Y_r與（W_r+V_r）成正相關；而當Y_r與（W_r+H_r）之相關不顯著時，顯性爲雙方向[16]。故綜合本性狀之Y_r與（W_r+V_r）間極顯著之正相關與極顯著之b_1變因（表2），並印證圖1與圖2可推定，本研究供試材料米飯黏性值低者對高者爲顯性，而諸親本關係米飯黏性之顯性次序爲132456，而親本之表現次序爲123456，本性性狀之廣義及狹義遺傳率値均高。而本性狀具顯性效應之主效基因羣無法估出（$h^2/H_2=0.06\div0$）。按當有關基因僅具些許或無顯性時，此値不易估出[20]。

表6爲諸米飯物理性間之相關關係。由表知，米飯之硬度與脆性、咀嚼性及黏性成極顯著之正相關；脆性與咀嚼性及黏性成極顯著之正相關；咀嚼性與黏性成極顯著之正相關；凝集性與諸米飯物理性間之相間皆爲負值，但均未達顯著水準。

Table 6. Simple correlation coefficients among the physical properties of cooked milled-rice

	Hardness	Cohesiveness	Brittleness	Chewiness	Gumminess
Hardness	—	−0.30ns	0.99**	0.96**	0.98**
Cohesiveness		—	−0.28ns	−0.08ns	−0.12ns
Brittleness			—	0.96**	0.98**
Chewiness				—	0.98**
Gumminess					—

** : Statistically significant at 1% probability level.
ns : Non-significant.

討　論

堀末[5]謂，米飯之食味評定中，米飯構造（texture）之重要性不亞於與食味有關之化學性質及香氣等，而所謂米飯構造實係米飯之硬度、凝集性、彈力性、脆性、咀嚼性及粘性等等米飯物理性之謂。Okabe[18]指出：品種、米齡（age）、貯藏溫度、浸泡及烹煮之水基準（water level）及烹者器（cooker）等爲影響米飯構造之重要因素。米飯存放期間，米飯之硬度值有逐漸變高之頃向；若以糙米及白米狀態封存容器內 50 天（30°C）後，其米飯物理性無顯著差異；自動瓦斯鍋（automatic gas cooker）與自動電鍋（automatic electric cooker）所煮之米飯的米飯構造無顯著差異；白米在自然條件下經1年之貯藏，則硬度與粘性會增高[21]。穀粒之成熟度與米飯之硬度與咀嚼性有關，過熟硬度與咀嚼性增高，粘性等降低[7]。煮飯所加水量較少時，米飯硬度增高；浸泡時間較長，則硬度降低而粘性增高[18]。產自泥炭土（peaty soil）之米粒有較差之品質[21]。青米及銹米（rusty kernel）之硬度及咀嚼性值稍底；而粘性則略高[7]。秈稻較稉稻有較高之硬度及咀嚼性値[6]凡此可知米飯之物理性（或米飯構造）除受內在品種因素之配外，尙受外在諸種因素所左右。而本試驗進行中，擧凡生育管理、適期收穫、加工調製、米飯整備等均力求妥善，詳予控制，故所得重覆間（變方分析表，表1，值未列出）或環境成分（表4）均不顯著，可知試驗進行前，有關之背景文獻之研讀歸納，進而擬具妥善備忘甚爲重要。

堀末[5]及Okabe[18]指出米飯之味與硬度及粘性之關係很密切，Okabe[18]則進一步指出粘性對硬度之比值是一重要的均衡介量（balancing parameter）。米飯之硬度若高，其粘性亦高，則食用品質仍佳；若粘性值低，則食味不被接受。凝集性對米飯之食用品質亦有影響，其值若高，食用品質趨低。著者（待發表）發現硬度、彈力性、脆性及咀嚼性對米飯之食用品質之迴歸係數有統計上之意義，堀末[5]綜合有關研究認爲在育種過程中，要在龐大初期育種材料中選拔食用品質良好之系統時，應使用米構造測定儀（Texturometer）或使用檢定米飯之粘性及光澤之替代方法。基此仍進行是項本項米飯物理性之遺傳研究，結果發現：硬度、脆性、咀嚼性及粘性等4個性狀之累加性效應遠大於顯性效應，遺傳率值均高，顯示這些性狀之表現型變異主由累加性效應控制，有利食用品質良佳選系選拔效率之保持，並知早期世代選拔有效。

據Mather and Poysa[17]指出，雖然Griffing式[8]與Jinks-Hayman氏[9,10,11]之全互交法雖各有其遺傳前提與解析方法，但數學上Griffing氏之一般組合力（GCA）成分與 Jinks-Hayman 氏

之累加性成分a變因相等；特殊組合力（SCA）成分與 b_1、b_2及b_3等三個顯性成分相當；正反交效應與 c及d 等二個細胞質效應對應。按，Griffing 氏之分析實爲主效應（GCA）及交感效應（SCA）之嚴密地統計處理，僅作GCA與SCA效應之變方與估値解析之；而 Jinks-Hayman 氏之分析則在各遺傳前提下，行變方與共變方序列行統計與圖解法分析之，並作若干遺傳介量之估計[17]。本研究經仿Mather and Poysa[17]之理念，將Griffing氏與 Jinks-Hayman氏全互交表變方分析結果之變方成分對照併列之（表 2），結果發現兩類分析方法所蘊含之遺傳訊息恰相合，由此實際數例正可支持 Mather and Poysa[17]及Liu[5]由理論所推定Griffing氏與Jinks-Hayman 氏兩類分析法基本上爲等義之論證。

雜種品種之利用在稻作生產上殊有潛力。秈稻方面之數據顯示，直鏈澱粉之含量有正的雜種優勢，膠體硬度有負的雜種優勢。亦即由此秈稻兩食用品質指標性狀之變異顯示秈稻雜種品種有食用品質趨劣之傾向[2]，本研究之數據則發現米飯之諸種物理性或米飯構造並無雜優勢存在（數據未列出），此可能與越光、豐錦及臺農67號等三個參試親本硬度等 5 個米飯物理性之一般組合力有關，而由於本省初步研究之資料顯示米飯之食用品質與米飯之硬度、凝集性、彈力性、脆性、咀嚼性及粘性皆成極顯著之負相關（未發表），故認爲使用越光、豐錦、臺農67號等三個品種爲稉型雜種品種之親本時，應可確保該雜種品種之食用品質不致變劣。

Hayman氏[10]之全互交法有①親本爲二元體分離；②正反交無差異；③非等位基等因間具有獨立作用；及全互交組合中④無複等位等基因；⑤純質結合體親本及⑥基因獨立分布親本間（無連鎖）等六個遺傳假說。而據李[1]之綜論指出，由遺傳學之觀點言，Hayman 氏這六個遺傳假說常有未能符合，而導致若干遺傳變異成分偏估之缺點。但因爲本法爲唯一可將 F_1 世代同一雜交組合諸個體視爲單一樣品及僅利用 F_1 世代即可得諸數量性狀諸種遺傳訊息之遺傳分析法，爲最適用於樣品大小（sample size）較大之米飯物理性遺傳研究之分析方法，故本研究採用全互交法作遺傳分析。又米飯彈力性方面，因數據經Jinks-Hayman氏全互交表變方分析結果，各處理間之差異未達 5 %之統計意義，故是項彈力性有關數據均闕如。

引用文獻

1. 李成章・1984・統計在遺傳育種上之應用・（四）全互交分析在育種上之利用・科學農業 32（1－2）：1－20。
2. 郭益全、劉清、張德梅、謝順景・1985・秈稻烹調與食用品質及穀粒性狀之遺傳・中華農業研究34（3）：243－257。
3. 湯文通・1967・全互交法・作物育種之原理與實施・pp162－168・臺大農學院。
4. 平野哲也・1981・高品質水稻品種之育成・臺灣農業17（5）58－62。
5. 堀末 登・1983・稻米之米質改良、檢定、分級及運銷・臺灣農業19（1）：24－40。
6. Ebata, M. and K. Hirasawa. 1982. Studies on the texture of cooked rice. I. Textural parameters in relation to palatability. Japan Jour. Crop Sci. 51(2) : 235-241.
7. Ebata, M., K. Hirasawa and Shibata. 1982. Studies on the texture of cooked rice. II. Effects of kernel size, apparent quality of brown rice and degree of kernel maturation. Japan Jour. Crop Sci. 51(2)··242-247.
8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463-493.
9. Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel table. Biometrics 10 : 235-244.
10. Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39 : 789-809.
11. Jinks. J. L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana* rustica variaties. Genetics 39 ; 767-789.

12. Johnson, L. P. V. and R. Aksél. 1959. Inheritance of yielding capacity in a fiften-parent diallel cross of barley. Can. J. Gent. Cytol. 1 : 208-265.

13. Juliano, B. O. 1973. Quality of milled rice. Il Riso 22 : 171-184.

14. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein content of milled rice as eating quality factors. Philippines Agriculturist 55 : 44-47.

15. Liu, C. 1986 Component analysis of heterozygous diallel crosses. Jour. Agric. Res. China 35(4) : 475—483.

16. Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. Diallels *In* Biometerical genetics. pp. 249-284. Cornell Univ. Press, Ithaca USA.

17. Mather, D. E. and V. W. Popsa. 1983. Griffing and Hayman diallel analyses of protein and lysine content of spring triticale. Can. J. Genet. Cytol. 25 : 384-389.

18. Okabe, M. 1979. Texture measurment of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Texture Studies. 10··131-152.

19. Perez, C. M. and B. O. Juliano. 1979. Indicator of eating quality for non-waxy rice. Fd. Chem. 4 : 185-195.

20. Povilaitis, B. 1966. Diallel cross analysis of quantitative characters in tobacco. Can. J. Gent. Cytol. 8 : 336-346.

21. Suzuki, H. 1979. Use the texturometer for measuring the texture of cooked rice. *In* Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. pp. 327-341. IRRI.

22. Suzuki, H., H. Ikenhashi and K. Kushibuki. 1979. Rice grain quality evaluation in Japan. *In* Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. pp. 149-160. IRRI.

Inheritance of the Physical Properties of Cooked Milled-Rice[1]

Yih-chuan Kuo and Ching Liu[2]

Summary

The inheritance of 5 physical properties of cooked milled-rice, hardness, cohesiveness, brittleness, chewiness, and gumminess, were s tudies by means of a 6×6 diallel crosses including parents and reciprocal crosses. Data from the F_1 generation and parents were analyzed using the Griffing and the Jinke-Hayman methods of diallel analyses. The genetic variations of all these properties of cooked milled-rice were significant among the parents. Both additive and dominance effects were important for all these properties. Fruthermore, additive effects were significantly larger than dominace effects for all properties evaluated except for cohesiveness. Highly significant general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects were observed for all these properties. It were also found that the effects of general combining ability were highly larger than those of specific combining ability. Maternal effects existed in all these physical properties. Estimated heritabilities for all properties except that for cohesiveness were very high incidating that a major portion of phenotypic variability was controlled by additive effects. Degrees of dominance for all 5 properties estimated by graphic and variance analyses showed partial or incomplete dominance except that cohesiveness was overdominance. The average frequency of positive and negative allels in parents was about equal for gumminess, but not equal for hardness, cohesiveness, brittleness, and chewiness. Number of recessive genes exceeded dominant genes for hardness, brittleness, and gumminess, number of dominant genes exceeded recessive genes for chewiness, and both number of dominance and recessive genes was equal for cohesiveness. Directions of dominance, evaluated by regression plotting and the order of parentla dominance, of chewiness and gumminess were unidirections, toward lower chewiness and gumminess, on the other hand, directions of dominance of hardness, cohesiveness, and brittleness were ambidirections.

---

1. Contribution No. 1319 from Taiwan Agrcultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist and former Senior Statistician, respectively, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36 (1) : 15~28 (1987)

栽培密度對玉米乾物質累積之影響[1]

王強生 曾紹徽 劉大江[2]

摘要：本試驗於74年秋作進行，採用玉米臺農351號品種為材料，以每公頃125,000株 (D1)、62,500株 (D2) 與 31,250株 (D3) 三種密度種植，並於吐絲期及吐絲後二週分別施以 D1→D2、D1→D3與 D2→D3 等三種密度變化處理，目的在經由不同生育期改變族羣密度，探討對玉米植株乾物質生產、分配及產量等性狀的影響。

族羣密度遞減時 (D1 : D2 : D3)，單株乾物產量增加 (226 : 267 : 312g)，成熟期不充實穗長比率減少 (21 : 16 : 13%)，全穗長增加 (13.8 : 14.9 : 16.5cm)，每穗粒數明顯增加 (465 : 503 : 587粒)，單株子粒產量亦因而提高 (97.9 : 117.0 : 130.4g)，但公頃子粒產量因受株數影響而顯著降低 (12.2 : 7.3 : 4.1t/ha)，並與最大葉面積指數 (7.46 : 3.89 : 2.07) 密切相關。成熟期脫粒率及子粒乾物質分配率亦隨密度降低而減小，顯示疏植玉米之產量受限於積儲容積，乾物質利用效率較差。

於吐絲期及其後二週降低族羣密度，可顯著提高單株乾物質生產力，使一株產量及各構成要素表現優於原族羣密度之結果 (如D 1—D 2 處理之單株子粒產量較D 1 或D 2 處理之產量為高)，且以吐絲期進行密度變化之效果最為明顯。族羣密度經降低後，乾物質分配至葉片及莖桿之比率減少，而分配至苞葉、穗軸及子粒等生殖器官之比率升高，其中以子粒之增幅最大。吐絲期植株葉面積已達最大值之85—97%，但乾物重不及成熟期之40%，顯示葉片供源能力於吐絲後始充份表現；於吐絲期間降低族羣密度，有提高葉片活性、子粒容積與充實速率的共同效應，為間拔處理效果顯著的重要原因。

許多學者 (2,5,8,17,18,20) 均曾研究族羣密度與玉米產量之關係，但多數試驗僅在探討對最終子粒產量及其相關性狀的影響。Ordas and Stucken (18), Poneleit and Egli (21) 與 Schoper *et al.* (24) 指出玉米單株產量隨栽培密度降低而增加，公頃產量則因株數不足，反而減少。密度並可能影響玉米穗長 (15,18)、每穗粒數 (16,21,24)、充實粒數 (4) 與百粒重 (2,6,13) 等產量構成要素。族羣密度影響產量的主要原因在於植株間對於養分與環境資源的競爭，例如高族羣密度下，葉片之受光度因相互遮陰而降低，供源能力較差，進而影響產量；Pendleton and Hammond (20) 即曾報告玉米族羣頂端三分之一葉片光合作用能力最強，為中間葉片之二倍，下位葉片之五倍； Pendleton *et al.* (19) 與 Schoper *et al.* (24) 並發現於吐絲期後置反光板於玉米行間以增加族羣受光量，可以顯著提高產量。

Wang *et al.* (29,30) 發現在臺中地區玉米植株60%以上乾物質係於吐絲後累積，表示此一時期光合產物供源能力為決定產量的重要因素；Evans and Wardlaw (11) 及 Edmeads and Daynard (9) 亦指出玉米子粒充實期的光合作用速率與產量有正相關關係存在。粒數與平均粒重為玉米單穗產量的組成因子，Frey (13) 認為吐絲後二至三週為決定粒數的重要時期，此一階段之同化物質供應可影響子

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1320 號。本試驗承行政院農業委員會補助 (75農建—2.2—糧—20)，資料由本所試驗統計研究室劉清博士與蕭柊瓊小姐協助統計分析，又約僱技術員王碧玉小姐與譚仕馨先生協助取樣工作，謹致謝忱。

2.本所農藝系助理研究員、助理與研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

粒發育；Tollenaar and Daynard[26] 也認爲子粒數目主要在吐絲後二週內決定，其後則以粒重所受的影響較大。部份學者[2,15,21,24] 因而針對這段時期的族羣密度，探討對產量及其構成要素的作用；但有關玉米子粒充實期間，全株乾物質的生產與分配表現如何，以及影響產量之生理作用機制，則仍缺少資料可供參考。

本試驗採用玉米臺農 351號品種爲材料，以三種密度播種栽培，而於吐絲期及其後二週，分別施以密度變化處理，並於子粒發育與充實期間多次取樣，測定乾物質累積量及在器官間的分配，以探討不同生育期族羣密度對玉米生理與產量性狀所造成的影響。有關氮素與非構造性碳水化合物之分析結果，將另行撰文發表。

材料與方法

本試驗以玉米臺農351號 (Tainung 351) 品種爲材料，於民國74年 9 月18日種植於本所試驗農場，播種時之行株距爲80×10、80×20與80×40cm，分別相當於每公頃125,000株 (D1)、62,500株 (D2) 與31,250株 (D3)，又於吐絲期及吐絲後二週，分別施行將D1 族羣間拔爲D2密度 (D1－D2) 或D3密度 (D1－D3) 及將 D2 族羣間拔爲D3 密度 (D2－D3) 等三種處理，合計九種密度變化處理（表 1）。播種時每穴播二粒種子，出土後間拔留一株；小區面積40m^2，採用逢機完全集設計，重複

表1. 各項栽培密度處理說明

Table 1. Description of planting-density treatments

Treatment Code	Description
D1	Plant spacing 80×10cm, or 125,000 plants/ha.
D2	Plant spacing 80×20cm, or 62,500 plants/ha.
D3	Plant spacing 80×40cm, or 31,250 plants/ha.
D1－D2 (S)	Plants of D1 treatment thinned to D2 density at silking stage.
D1－D3 (S)	Plants of D1 treatment thinned to D3 density at silking stage.
D2－D3 (S)	Plants of D2 treatment thinned to D3 density at silking stage.
D1－D2 (S2)	Plants of D1 treatment thinned to D2 density at 2 weeks after silking.
D1－D3 (S2)	Plants of D1 treatment thinned to D3 density at 2 weeks after silking.
D2－D3 (S2)	Plants of D2 treatment thinned to D3 density at 2 weeks after silking.

四次。肥料用量爲N：P_2O_5：K_2O＝200：100：90kg/ha，氮肥 40kg及磷、鉀肥全量於基肥時一次施用，另於播種後30天及抽穗前，分別施用 80kg 氮肥各一次；唯 D1 處理於播種時增施氮肥 60kg/ha，以防因株數過多而導致氮素供應不足。播種後施用萌前殺草劑 Primextra (3.5 ℓ a.i./ha) 防治雜草，並視需要防治病蟲害，植株生長至齊膝期後，行中耕培土一次。

自吐絲期起每隔一週取樣一次，每小區逢機選取 6 株，將植株區分爲葉片、莖稈（含葉鞘及雄穗）、苞葉及穗，置於送風乾燥箱中以80°C烘乾 72hr，再將穗區分爲穗軸（含穗梗）與子粒，分別秤量各部位之乾重。又於吐絲期及其後一、二週，三次測定葉面積 (LI—3000型葉面積儀，LI-COR Co.，USA)。收穫時調查穗長、充實穗長、每穗粒數、百粒重及脫粒率等產量性狀。

試驗結果經變方分析及以鄧肯氏多變域分析 (Duncan's New Multiple Range Test) 測定差異顯著程度，部份資料並進行相關分析。

結果與討論

一、密度處理對穗長與產量性狀的影響

成熟期玉米全穗長隨族羣密度降低而顯著增長，D1、D2與D3處理依次為13.8、14.9與16.5cm（表2）；於吐絲期進行之密度變化處理雖然未造成顯著之全穗長差異，仍有隨處理前、後族羣密度越低而穗長越長的趨勢；吐絲後二週再行間拔之三種處理， 也有類似的表現。Ordas and Stucker [18] 曾有相同的報告，即族羣密度由每公頃30,000株增加至 50,000株時，穗長降低，並認為穗長表現為高密度栽培玉米時產量提升的重要因素。

表2. 栽培密度處理對玉米臺農351號成熟期果穗與產量性狀的影響

Table 2. Some ear and yield characters of maize hybrid Tainung 351 at maturity as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Total Ear Length (cm)	Filled Ear Length (cm)	Shelling Rate (%)	100-Grain-Weight (g)	Kernel Numher per Ear	Kernel Weight (g/Plant)	Grain Yield (t/ha)
D1	13.8 c[2]	10.9 c	79.5 b	21.1 c	465 d	97.9 d	12.2 a
D2	14.9 bc	12.5 bc	79.3 b	23.4 abc	503 cd	117.0 cd	7.3 c
D3	16.5 a	14.3 ab	76.3 c	22.3 bc	587 abc	130.4 bc	4.1 d
D1－D2 (S)	15.5 ab	13.6 ab	83.2 a	24.6 ab	575 bc	141.0 ab	8.8 b
D1－D3 (S)	16.1 ab	14.3 ab	80.9 ab	24.5 ab	577 bc	141.8 ab	4.4 d
D2－D3 (S)	16.9 a	15.0 a	80.1 b	23.8 abc	660 a	155.4 a	1.9 b
D1－D2 (S2)	14.8 bc	12.8 bc	81.1 ab	23.8 abc	537 bcd	127.8 bc	8.0 bc
D1－D3 (S2)	15.6 ab	13.7 ab	81.6 ab	25.9 a	524 cd	135.8 abc	4.2 d
D2－D3 (S2)	16.6 a	14.5 ab	79.1 b	23.3 abc	612 ab	142.6 ab	4.5 d

[1]See Table 1 for description of treatments.
[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

充實穗長之表現與全穗長相同（表2），亦隨族羣密度降低（D1：D2：D3）而增長（10.9：12.5：14.3cm），其所佔全穗長之比率亦增加（79.0：83.9：86.7%）；不充實穗長依次為2.9、2.4及2.2cm，其長度與所佔全穗長比率均較 Wang *et al.* [29] 以同一品種於每公頃 58,800株密度栽培結果為低，可能受不同年度之氣候環境及栽培密度影響所致。Buren *et al.* [4] 指出玉米栽培密度太高時，不孕穗（barreness）比率增加，本試驗D1處理之不充實穗長部份雖然幾乎全屬不稔實，即穎花未受精，但並無全穗不孕現象，亦即在公頃株數高達125,000時，尚不致使臺農351號有不孕穗發生，應為一優良品種特性，唯接近成熟期時約有35%植株倒伏，增加收穫時之困難。

比較不同時期六個密度變化處理充實穗長資料發現，愈早行間拔處理，密度降低幅度愈大及處理後密度愈小時，充實穗長也有增加的趨勢，有利於單株產量表現，相關分析結果（資料未列出）顯示全穗長與充實穗長呈極顯著正相關（r＝0.99）。密度變化處理使充實穗長增加的主要原因為不充實部分減少，尤以D1－D2（S）及D1－D2（S2）二處理最明顯。Wang *et al.* [29] 指出吐絲期間拔族羣至二分之一密度（29,400株/ha），可使全穗長增加4.6%，充實穗長增加7.9%，及穗頂不稔部分減少8.3%，與本試驗結果相符。

D1、D2及D3處理果穗脫粒率依次爲79.5、79.3及76.3%，隨栽培密度減小而降低（表2）；D1－D2（S）與D1－D2（S2）二處理脫粒率依次爲83.2及81.1%，均有較D2處理爲高的傾向；D1－D3（S）、D2－D3（S）、D1－D3（S2）與D2－D3（S2）四種密度變化處理與D3處理比較，也有類似結果，顯示經間拔減少族羣密度，有提高玉米脫粒率之可能，且以較早（吐絲期）處理之效果較爲明顯。

Colville[6] 指出族羣密度增大時，玉米子粒百粒重以每公頃株數增加10,000株即減少2g的比率顯著下降；本試驗中D1、D2與D3處理之百粒重依次爲21.1、23.4與22.3g（表2），差異未達顯著水準，未能表現與密度的一定關係。但部分間拔處理後之百粒重均較其原處理百粒重爲高，例如D1－D2（S）、D1－D3（S）及D1－D3（S2）三處理百粒重依序爲24.6、24.3及25.9g，分別較原處理（D1）增加16.6、16.1及10.7%，且均達顯著水準，顯示栽培密度應仍對百粒重有所效應，且以較早處理之效應較大。Wang *et al.*[29] 指出吐絲期降低族羣密度一半，使百粒重增加12.8%，其中頂端子粒百粒重增加11.3%，中、下位子粒依次增加3.8及12.0%。Frey[13] 發現於吐絲期後間拔田間植株，可提高同化物質供給能力，顯著增加上位子粒百粒重，使全株百粒重增加。

由表2資料得知，族羣密度由每公頃31,250株（D3）增加至125,000株（D1）時，每穗粒數由587粒顯著降低至465粒，D2處理之每穗粒數爲503粒；相關分析結果顯示粒數與充實穗長及全穗長呈顯著正相關（r＝0.99, 0.93）。Poneleit and Egli[21] 選用六個玉米自交系及雜交品種，以11,325及53,302株／ha之密度種植，指出高密度時粒數減少爲單株產量降低主要原因；本試驗亦發現單株產量與粒數呈顯著正相關。D1及D2二處理經間拔後，多使粒數顯著增加，且呈現越早處理效果越明顯的時期效應，例如D1－D2（S）處理爲575粒，顯著高於原處理D1（465粒），而D1－D2（S2）之一穗粒數爲537粒，與D1處理比較，未達顯著水準；D2－D3（S）及D2－D3（S2）二處理每穗粒數分別爲660及612粒，以較早之吐絲期處理者粒數較多，且均顯著高於D2處理（503粒）。Tollenaar and Daynard[26] 以去葉處理探討玉米各產量要素之變化，發現子粒數目於吐絲後二週內決定；Egharevba *et al.*[10] 指出吐絲後10天去葉對玉米粒數影響最大；Baenziger and Glover[2] 以su—2基因突變種與正常玉米品種於吐絲後不同時期改變族羣密度，發現較晚間拔處理則子粒數目較少；本試驗於吐絲後二週內進行密度變化處理，應對葉片活性發生影響，且子粒數目顯著增加，與上述學者之結果相符合。但決定玉米一穗粒數多寡之時期仍可能因其他因素而改變，Schoper *et al.*[24] 即曾指出吐絲後三週進行間拔，仍可使子粒數目增加。

單株粒重隨族羣密度減小而顯著增加（表2），D1、D2與D3處理依次爲97.9、117.0及130.4g，D2及D3二處理分別較D1處理高19.5及33.2%。Schoper *et al.*[24] 也有相同之報告，以每公頃種植64,500株之粒重爲100%時，43,000株及21,500株之粒重分別爲116%及124%。本試驗中減小族羣密度後，各處理粒重均明顯增加；比較吐絲與吐絲後二週兩處理時期之結果，差異不顯著，但仍以較早處理之粒重較重，與Schoper *et al.*[24] 之結果相符。Baenziger and Glover[2] 及 Egharevba *et al.*[10] 分別以間拔及去葉處理探討對玉米粒重之影響，發現吐絲後20天內爲子粒發育決定性時間，間拔及去葉處理均顯著影響子粒重量。

由單株粒重及公頃株數估算產量（t/ha）可發現族羣密度之影響極大，即密植可大幅增產；D1處理產量最高，達12.2 t/ha, D2處理爲7.3 t/ha,，D3處理因株數最少，僅有4.1 t/ha（表2），與Ordas and Stucker[18] 及Whigham and Wooley[32] 之試驗結果相符。D1－D2（S）及D1－D2（S2）二處理產量分別爲8.8及8.0 t/ha，較D2處理分別增產20.5及9.6%，以吐絲期處理較具增產效果，且達顯著水準；顯示雖然收穫時之公頃株數相同，但於吐絲期適度降低族羣密度，却可能刺激玉米生長，提高產量。但於兩個時期進行D1－D3及D2－D3四種密度變化處理，產量均未較D3處理提高，可能因爲在極低的栽培密度（D3爲每公頃31,250株）下，已不利於臺農351號品種的產量表現，亦即族羣密度已成爲產量的主要限制因子。此一結果顯示，處於高族羣密度下之植株，經適度間拔

理後，可提高同化物質供給能力[13,31]增加全穗長及充實穗長[18,29]，提高果穗脫粒率、每穗粒數與百粒重[29]，使單株產量增加[29]，導致公頃產量較不經間拔而族羣密度相同之處理爲高。推究其原因，可能爲間拔處理後，使原來處於高密度族羣之植株羣落的透光度提高，光能供給量增加[3,20,23]，而提高光合作用能力[3,20]與充分供應同化物質的結果，使穗長與粒數等增大；同時積儲强度 (sink strength) 增强也可能再刺激提高供源能力；此一「供源一積儲」相互影響的結果，導致產量提高。Tollenaar and Daynard[27]曾指出提高玉米供源能力可增加積儲能力，提高產量，即供源强度會影響積儲之表現；Wardlaw[31]認爲供源能力受積儲需求 (sink demand) 所控制，需求愈大則供源能力愈强；這些報告均可以支持本試驗之推論。

二、密度處理對植株各器官乾物質累積的影響

玉米植株自吐絲期後，單株葉片乾物重有持續增加的現象，於24—45日之間達最高値，成熟前乾重略有減少，各處理之趨勢頗爲一致（表3）。比較D1、D2與D3處理之單株葉重，在吐絲後二週以前，均隨密度降低而顯著增高，但其後之差異顯著性漸減，除D3處理之單株葉重持續高於D1處理外，其他處理間之差異多未達顯著水準。葉面積之變化與葉片乾重之表現相似，自吐絲期後迅速增加，一週內即達最高値，D1、D2與D3處理依序爲每株5,964、6,226與 6,644 cm^2，差異顯著，其後以緩慢速率下降，直至成熟，與Wang *et al.*[30]之肥料試驗結果互同。

表3. 栽培密度處理對玉米臺農351號生育期間葉片乾物重 (g/plant) 變化之影響

Table 3. Changes in leaf dry weight (g/plant) of developing Tainung 351 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking							
	0	7	14	24	35	45	52	69
D1	25.3 c[2]	26.2 c	25.4 c	25.4 d	25.8 e	27.8 c	26.8 d	25.4 b
D2	28.2 b	30.8 b	31.3 b	33.8 abc	32.0 bcd	32.6 abc	30.9 bcd	28.7 ab
D3	34.0 a	35.0 a	38.4 a	36.5 ab	37.8 c	37.2 a	34.2 ab	31.6 a
D1−D2 (S)		28.5 bc	34.1 ab	31.4 bc	28.7 de	30.6 bc	29.2 cd	28.0 ab
D1−D3 (S)		32.1 ab	38.7 a	34.4 abc	34.0 bcd	33.2 abc	30.7 bcd	28.6 ab
D2−D3 (S)		32.3 ab	35.4 ab	38.8 a	32.1 ab	36.7 a	35.6 a	31.4 a
D1−D2 (S2)				29.6 cd	30.0 cde	33.7 ab	31.6 abc	26.4 ab
D1−D3 (S2)				33.8 abc	31.0 bcd	34.0 ab	30.3 bcd	28.3 ab
D2−D3 (S2)				33.5 abc	35.5 ab	36.7 a	34.7 ab	30.7 a

[1]See Table 1 for description of treatments o.

[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5%l probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

於吐絲期改變族羣密度對玉米單株葉重的影響不大，經 D1−D2 (S) 與 D1−D3 (S) 處理後之單株葉重，在吐絲後7—35日期間高於原密度處理 (D1) 之葉重，且以降低密度幅度較大處理 (D1−D3(S)) 之差異最爲明顯，但在其他時期及處理則無顯著差異存在（表3）。於吐絲期後二週進行密度變化處理之結果相似，以D1−D3 (S2) 之效果較爲顯著， D2−D3 (S2) 與D2處理比較，則未

見差異存在。

莖稈乾重變化與葉片相同，自吐絲期後持續增加，在第35或45天達最高值，其後迅速下降(表4)

表4. 栽培密度處理對玉米臺農351號生育期間莖稈乾物重 (g/plant) 變化之影響

Table 4. Changes in stalk dry weight (g/plant) of developing Tainung 351 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking							
	0	7	14	24	35	45	52	69
D1	50.3 c[2]	56.0 c	59.0 c	63.6 d	63.9 d	72.7 d	60.5 d	60.5 c
D2	63.2 b	67.7 bc	75.6 b	80.7 bcd	84.1 abc	99.1 ab	71.4 bc	68.8 abc
D3	75.5 a	79.4 a	92.7 a	97.1 a	99.7 a	107.8 a	87.8 a	79.0 ab
D1−D2 (S)		62.3 bc	64.0 bc	65.1 cd	63.0 d	77.2 d	65.6 cd	61.5 c
D1−D3 (S)		74.9 ab	79.3 b	84.4 abc	90.1 ab	83.2 cd	71.9 bc	66.5 bc
D2−D3 (S)		74.4 ab	78.0 b	95.8 a	81.2 abc	94.0 bc	84.6 a	78.2 ab
D1−D2 (S2)				65.6 cd	72.3 cd	76.9 d	71.5 bc	64.1 c
D1−D3 (S2)				72.3 bcd	78.3 bcd	75.9 d	73.8 bc	69.4 abc
D2−D3 (S2)				83.8 bcd	79.7 bcd	86.3 cd	79.3 ab	81.5 a

[1]See Table 1 for description of treatments.

[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

，亦即吐絲後莖稈仍繼續發育及累積乾物質，可能與子粒有競爭養分的現象存在，或供源能力遠超過子粒之積儲需求，但在充實後期，養分可自莖稈再轉移至子粒。單株莖稈乾重隨族羣密度增大而降低，D1、D2與 D3處理在吐絲期分別爲 50.3、63.2 與 75.5g，吐絲後45天達最高值時，分別爲 72.7、99.1與107.8g, D2與D3處理超過D1處理36.3與48.3%，差異顯著；成熟期莖稈乾重則爲 60.5、68.8 與 79.0g，以低密度處理之降幅較大。經間拔處理後，莖稈乾重均有較未間拔前之原處理爲高的趨勢，但仍較自播種時即維持與間拔後相同密度之處理爲輕（表4）；又由 D1−D2 (S) 與D1−D2 (S2) 之產量 (8.8與8.0 t/ha) 高於D2處理 (7.3 t/ha) 觀之（表2），顯示玉米族羣經適度間拔後，植株供源能力增强，乾物生產增加，亦具有較高的乾物質分配效率，可將養分轉移至發育中之子粒，從而提高產量。

單株苞葉乾重及其達最大值時間，隨栽培密度降低而增加及延後（表5）；以D1、D2與 D3處理爲例，密植植株苞葉乾重顯著較低，尤以子粒充實中、後期之差異最爲明顯。三處理之苞葉乾重最高可達 22.4—47.9g，但至成熟期的大幅降低現象，應爲呼吸作用消耗與再轉移至子粒的結果。於吐絲期及吐絲後一週降低族羣密度，可使苞葉乾物重上升，但以吐絲期處理及密度降幅較大處理 (D1−D3) 之結果較爲明顯。

表5. 栽培密度處理對玉米臺農351號生育期間苞葉乾物重 (g/plant) 變化之影響

Table 5. Changes in husk dry weight (g/plant) of developing Tainung 351 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking							
	0	7	14	24	35	45	52	69
D 1	4.1 b[2]	9.3 d	17.8 c	22.4 d	19.0 d	19.1 e	19.3 e	16.7 d
D 2	10.6 ab	15.0 cd	25.0 dc	27.9 c	28.2 c	29.7 cd	27.9 cd	22.2 bc
D 3	13.0 a	29.2 a	36.5 a	41.9 a	43.3 a	47.9 a	45.4 a	30.8 a
D1−D2 (S)		14.4 cd	21.4 c	28.3 c	26.6 c	23.6 de	22.9 de	22.2 bc
D1−D3 (S)		19.7 bc	33.9 a	38.1 ab	36.8 b	35.3 bc	30.5 c	26.6 ab
D2−D3 (S)		22.9 ab	31.8 ab	41.2 a	42.0 a	40.8 ab	35.9 b	31.0 a
D1−D2 (S2)				24.5 cd	24.7 c	31.1 bcd	23.2 de	20.4 cd
D1−D3 (S2)				26.9 cd	27.3 c	31.0 dcd	22.4 c	23.4 bc
D2−D3 (S2)				33.7 b	35.9 d	34.1 bc	36.0 b	30.1 a

[1]See Table 1 for description of treatments.
[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

表6. 栽培密度處理對玉米臺農351號生育期間穗軸乾物重 (g/plant) 變化之影響

Table 6. Changes in cob (including shank) dry weight (g/plant) of developing Tainung 351 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking							
	0	7	14	24	35	45	52	69
D 1	0.7 a[2]	4.0 c	9.1 c	16.8 c	16.3 d	21.2 b	24.6 e	25.1 d
D 2	2.3 a	5.0 bc	12.0 bc	21.5 b	24.5 c	28.2 c	27.3 de	30.5 cd
D 3	2.6 a	8.7 ab	15.4 ab	24.1 b	35.7 a	42.2 a	41.5 a	40.5 b
D1−D2 (S)		6.4 abc	13.0 bc	22.6 b	23.5 c	23.2 d	25.8 be	28.5 cd
D1−D3 (S)		8.5 ab	19.2 a	28.2 a	31.7 ab	34.3 ab	32.9 bc	33.6 abc
D2−D3 (S)		9.4 a	17.3 ab	31.5 a	33.6 ab	36.5 ab	40.4 a	38.6 a
D1−D2 (S2)				20.2 bc	23.5 c	27.8 c	27.8 de	29.9 cd
D1−D3 (S2)				21.5 b	24.9 c	30.2 c	29.4 cd	30.8 bcd
D2−D3 (S2)				22.0 b	29.9 b	35.9 ab	34.6 b	37.5 ab

[1]See Table 1 for description of treatments.
[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

玉米穗軸乾重有自吐絲後逐漸增加至成熟期爲止的趨向（表6），可能因穗軸組織於子粒充實過程中逐漸木質化，以致後期之乾重變化較小。族羣密度越低者，穗軸越重，成熟期D1、D2與D3處理依序爲25.1、30.5與40.5g，差異明顯。在間拔處理之效果方面，D1－D3（S）與 D1－D3（S2）之穗軸乾重均持續較原處理（D1）爲高，但與 D3處理比較，多無顯著差異存在；其他各項密度變化處理之效果亦較不明顯。

Baenziger and Glover [2] 與Frey [13] 報告玉米栽培密度越低，單株子粒產量越高，本試驗中玉米子粒乾重自吐絲後第二週開始迅速增加（表7），但比較D1、D2與D3 處理，在子粒充實早期之差異並不顯著，可能爲積儲活性尚未大幅提高，以致未能顯現密度處理效應，或株間變異較大所致。自

表7. 栽培密度處理對玉米臺農351號子粒充實期間單株粒重（g）之影響

Table 7. Changes in kernel dry weight (g/plant) of developing Tainung 351 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking					
	14	24	35	45	52	69
D 1	1.6 b[2]	12.0 c	23.7 b	41.6 c	63.7 c	97.9 d
D 2	2.7 b	18.4 bc	37.6 a	57.4 bc	84.3 b	117.0 cd
D 3	3.4 ab	15.1 c	38.2 a	61.7 b	86.5 b	130.4 bc
D1－D2 (S)	4.0 ab	23.0 ab	38.6 a	53.3 bc	87.0 b	141.0 ab
D1－D3 (S)	5.2 a	23.9 ab	46.9 a	63.4 b	94.6 b	141.8 ab
D2－D3 (S)	3.9 ab	27.5 a	44.4 a	85.3 a	109.9 a	155.4 a
D1－D2 (S2)		15.7 c	39.3 a	62.9 b	88.6 b	127.8 bc
D1－D3 (S2)		18.0 bc	41.6 a	84.2 a	97.1 b	135.8 abc
D2－D3 (S2)		18.1 bc	44.6 a	79.5 a	96.9 b	142.6 ab

[1]See Table 1 for description of treatments.

[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

吐絲後35天開始，D2與D3處理之單株子粒乾重多較D1處理爲高，顯示密度效應，但 D2與D3間則未見差異存在，表示臺農351號玉米對疏植之反應較不明顯。成熟期D1、D2與 D3處理之株單子粒產量爲97.9、117.0與 130.4g 但此一差異性仍遠遜於栽培株數之效果，因此單位面積產量以密度爲 125,000 plants/ha之 D1 處理（12.2 t/ha）爲最高（表2）；唯高密度栽培時植株易之倒伏，對產量表現之穩定性將有影響。

於吐絲期進行間拔，以D1－D2（S）處理之效果最爲顯著，各期之單株粒重均超過D1 處理，成熟期並高於D2處理；吐絲後二週進行之D1－D2（S2）處理表現相似，但程度略遜。其他各項間拔處理雖有使單株子粒乾重增加的趨勢，唯差異均未達顯著水準（表7）。以上結果顯示，高密度玉米族羣經間拔以降低栽培密度後，有增加積儲容量與充實速率（資料未列出）的現象，但在本試驗採用之密度範圍內，公頃株數降至61,250株以下時，此一效應即不明瞭。

綜合上述玉米植株各器官乾物重變化資料，得知玉米自吐絲期後全株總乾重即逐漸上升，於成熟期達最大值（表8），與Wang *et al.* [30] 之結果相同。D1、D2與D3處理之全株乾重有顯著差異，

吐絲期三處理分別爲80.4、104.3與125.1g，成熟期依次爲225.6、267.2與312.3g, Fisher and Palmer [12] 與Nunez and Kamprath [17] 即曾指出，密度較低玉米族羣之單株乾物質累積量較多。因受株數影響，D1、D2與D3處理之公頃乾物生產量分別爲 28.2、16.7與10.1 t，以密植者最高；當族羣密度降低50%時，公頃乾物生產量減少41%與6.4%。

由表 8 資料計得知D1、D2與D3處理吐絲至成熟期之單株乾重增加量分佔成熟期乾重之 64、61與60%，亦即植株60%以上之乾重爲吐絲期後累積，與 Wang *et al.* [30] 之結果相同。玉米之族羣乾物生產量與葉面積指數關係密切，兩者均隨栽培密度降低而減小 [17,22,32]，本試驗中D1、D2與 D3 處理之最大葉面積指數爲7.46、3.89與2.07，與乾物生產量呈顯著正相關，亦與Remison and Lucas [22] 之結果相同。

表8. 栽培密度處理對玉米臺農351號生育期間全株乾物重（g/plant）變化之影響

Table 8. Changes in total dry weight (g/plant) of developing Tainung 35 1 maize hybrid as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Days after Silking							
	0	7	14	24	35	45	52	69
D 1	80.4 c[2]	95.5 c	112.9 d	140.2 e	148.7 e	182.4 e	194.9 d	225.6 e
D 2	104.3 b	118.5 bc	146.6 bc	182.3 cd	206.4 bcd	247.0 bcd	241.8 c	267.2 d
D 3	125.1 a	152.3 a	186.4 a	214.7 ab	254.7 a	296.8 a	295.4 a	312.3 abc
D1－D2 (S)		111.6 bc	136.5 c	170.4 cd	180.4 d	207.9 e	230.5 cd	281.2 cd
D1－D3 (S)		135.2 ab	176.3 a	209.0 ab	239.5 a	249.4 bcd	260.6 bc	297.1 adcb
D2－D3 (S)		139.0 a	166.4 ab	234.8 a	233.3 ab	293.3 a	306.4 a	334.6 a
D1－D2 (S2)				155.6 de	189.8 d	232.4 be	242.7 c	268.6 d
D1－D3 (S2)				172.5 cd	203.1 cd	255.3 bcd	253.0 bc	287.7 bcd
D2－D3 (S2)				191.1 bc	225.6 abc	272.5 abc	281.5 ab	322.4 ab

[1]See Table 1 for description of treatments.

[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

D1－D2 (S) 與D1－D2 (S2) 二處理之全株乾物重，在各生育期均較 D1處理爲高，但與 D2處理比較，並無顯著性差異（表 8）；D1－D3 (S)、D2－D3 (S) 與D2－D3 (S2) 處理之表現相近。唯吐絲後二週進行之 D1－D3 (S2) 處理，單株乾物重均不及D3 處理，顯示原族羣密度太高且間拔幅度較大及處理時間延後，對恢復玉米植株乾物質生產能力均有不利的影響。

三、密度處理對成熟期玉米植株乾物質分配之影響

表 9 爲成熟期玉米植株各部位乾重佔全株總乾重之分配比率；葉片之分配比率介於 9.4—11.3%之間，雖然統計分析結果並無顯著差異，仍有族羣密度越低而葉片之分配比率下降的趨勢，如 D1、D2及D3處理即依序爲11.3、10.7及10.1%。

莖稈（包含雄穗）乾重之分配比介於21.9—26.8%間，爲全株營養器官中之最高者（表 9）；D1、D2及D3處理分別爲26.8、25.8及25.3%。間拔植株降低族羣密度時，莖稈所佔分配比率顯著降低，D1－D2 (S) 與D1－D2 (S2) 處理由原來D1處理之26.8%降至21.9%及23.9%，D1－D3(S)

及D1－D3 (S2) 處理分別爲 22.4%及24.1%；D2－D3 (S) 及D2－D3 (S2) 處理由原 D2處理之

表9. 栽培密度處理對玉米臺農351號成熟期植株各部位乾物質分配百分比之影響

Table 9. Partition ratio of dry matter (% of total) at maturity among different plant organs of maize hybrid Tainung 351 as affected by various planting-density treatments

Treatment[1]	Partition Ratio (% of Total)					
	Leaf	Stalk	Husk	Cob	Grain	Total
D 1	11.3 a[2]	26.8 a	7.4 d	11.1 b	43.4 bc	100
D 2	10.7 ab	25.8 ab	8.3 bcd	11.4 b	43.8 bc	100
D 3	10.1 ab	25.3 ab	9.9 a	13.0 a	41.7 c	100
D1－D2 (S)	10.0 ab	21.9 d	7.9 cd	10.1 b	50.1 a	100
D1－D3 (S)	9.6 b	22.4 bc	9.0 abc	11.3 b	47.7 ab	100
D2－D3 (S)	9.4 b	23.4 bc	9.3 ab	11.5 ab	46.4 ab	100
D1－D2 (S2)	9.8 ab	23.9 abc	7.6 d	11.1 b	47.6 ab	100
D1－D3 (S2)	9.8 ab	24.1 abc	8.1 cd	10.7 b	47.3 ab	100
D2－D3 (S2)	9.5 b	25.3 ab	9.3 ab	11.6 ab	44.3 bc	100

[1]See Table 1 for description of treatments.
[2]Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% probability level by Duncan's New Multiple Range Test.

25.8%降爲23.4%與25.3%，呈現處理時期越早而分配比率下降幅度越大的趨勢。同一時期進行三種不同密度處理，則原族羣密度愈大及處理後之密度愈大者，莖稈所佔分配比愈高，即D2－D3>D1－D3>D1－D2。

苞葉重佔全株重之7.4—9.9%，爲各器官中最小者（表9），與莖稈相同，其分配比隨密度增大而顯著降低，D3、D2及D1三處理依序爲 9.9、8.3及7.4%。各時期進行之密度處理亦呈相似結果，改變密度均可提高苞葉之乾物分配比，以D1－D3 (S) 處理之變化最顯著，其分配比由原 D1 處理之7.4%增加爲9.0%，然而此一效果隨處理時期延後而減小。

穗軸所佔全株之分配比，隨族羣密度減小而增加，D1處理最低 (11.1%)，而D3處理最高(13%)。減少族羣密度處理可降低其分配比，但統計分析結果之差異均不顯著。

子粒佔全株之分配比相當於收穫指數 (harvest index, HI)，可以說明植株乾物質生產分配至產量部位的效率。Schoper *et al* (24) 指出玉米收穫指數隨族羣度增大 (21,500—43,000—64,500 plants/ha) 而增加 (0.49—0.54—0.54)；本試驗族羣密度爲 31,250(D3)—62,500 (D2)—125,000 (D1) plants/ha時，其分配比依次爲41.7、43.8及43.4%，以D3處理最小，而D1與 D2處理極爲接近。當族羣密度由度由31,250增至62,500 plant/ha時，分配比之變化與 Schoper *et al.* (24) 之結果相符。間拔處理可提高子粒之分配比率，D1－D2 (S) 及 D1－D2 (S2) 二處理子粒分配比依次爲50.1及47.6%，均較原D1 處理(43.4%)高，前者更達顯著水準；D1－D3及D2－D3二種密度變化之四種處理亦呈相同結果。同一時期進行三種處理的子粒分配比率，以 D1－D2 最高，D1－D3 次之，D2－D3最低，亦即原族羣密度高且密度變化程度大者，子粒分配比較高。Duncan *et al.* (7) 與Yoshida (34) 指出同化供源能力爲限制溫帶地區玉米產量的原因，而 Yamaguchi (33) 發現熱帶玉米產量受積儲

容積所限制；臺農 351號玉米之母本爲熱帶型硬粒種，父本爲溫帶型馬齒種，植株特性與母本較爲接近[28]；據Wang *et al.*[30] 之研究，其產量限制因子並非供源不足，可能受積儲容積或同化產物無法充分轉移至子粒二因素共同影響。Fisher and Palmer[12] 指出溫帶，亞熱帶與帶地區玉米生物產量相近，而子粒產量差異主要是乾物質分配所造成，Goldsworthy *et al.*[14] 與 Yamaguchi[33] 也認爲熱帶地區玉米低產的主要原因爲收穫指數較低。由表 9 結果得知，族羣密度改變時，營養器官（葉片及莖稈）所穫分配乾物質減少，而穗部（包括苞葉、穗軸）之及子粒乾物質分配增加，其中尤以子粒之增加最爲明顯；又由於族羣密度降低，供源能力提高，乾物質生產力增加，使單株粒重顯著提高。Anderson *et al.*[1] 與 Fisher and Palmer[12] 認爲供源與積儲間之關係及乾物質分配型式對玉米子粒產量的影響最大，今後如欲提高本省玉米產量，亦應考慮由提高子粒乾物質分配比率著手。

引用文獻

1. Anderson, E. L., E. J. Kamprath and R. H. Moll. 1984. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. Agron. J. 76 : 397-404.
2. Baenziger, P. S. and D. V. Glover. 1980. Effect of reducing plant population on yield and kernel characteristic of sugary-2 and normal maize. Crop Sci. 20 : 444-447.
3. Baker, D. N. and R. B. Musgrave. 1964. Photosynthesis under field conditions. V. Further plant chamber studies of the effects of light on corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 4 : 127-131.
4. Buren, L. L., J. J. Mock and I. C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. Crop Sci. 14 : 426-429.
5. Cloninger, F. D., R. D, Horrocks and M . S. Zuber. 1975. Effect of harvest date, plant density, and hybrid on corn grain quality. Agron. J. 67 : 693-695.
6. Colville, W. L. 1962. Influence of rate and method of planting on several components of irrigated corn yields. Agron. J. 54 : 297-300.
7. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18 : 1015-1020.
8. Early, E. B., W. O. McIlrath, R. D. Seif and R. H. Hageman. 1967. Effects of shade applied at different stage of plant development on corn (*Zea mays* L.) production. Crop Sci. 7 : 151-156.
9. Edmeades, G. O. and T. B. Daynard. 1979. The relationship between final yield and photosynthesis at flowering in individual maize plant. Can. J. Plant Sci. 59 : 585-601.
10. Egharevba, P. N., R. D. Horrocks and M. S. Zuber. 1976. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. Agron. J. 68 : 40-43.
11. Evans, L. T. and I. F. Wardlaw. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. Agron. 28 : 301-359.
12. Fisher, K. S. and A. F. E. Palmer. 1983. Maize. *In* Potential productivity of field crops under different environments. pp. 154-180. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
13. Frey, N. M. 1981. Dry matter accumulation in kernels of maize. Crop Sci. 21 : 118-122.
14. Goldsworthy, P. R., A. F. E. Palmer and D. W. Sperling. 1974. Growth and yield of lowland tropical maize in Mexico. J. Agri. Sci. 83 : 223-230.
15. Hanway, J. J. 1969. Defoliation effects on different corn (*Zea mays* L.) hybrids as influenced by plant population and stage of development. Agron. J. 61 : 534-538.
16. Hunter, R. B. 1980. Increased leaf area (source) and yield of maize in short-season areas. Crop Sci. 20 : 571-574.

17. Nunez, R. and E. Kamprath. 1969. Relationships between N response, plant population, and row width on growth and yield of corn. Agron. J. 61 : 279-282.

18. Ordas, A. and R. E. Stucker. 1977. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn populations. Crop Sci. 17 : 626-929.

19. Pendleton, J. W., D. B. Egli and D. B. Peters. 1967. Response of *Zea mays* to a "light rich" field environment. Agron. J. 59 : 395-397.

20. Pendleton, J. W. and J. J. Hammond. 1969. Relative photosynthetic potential for grain yield of various leaf canopy levels of corn. Agron. J. 61 : 911-913.

21. Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. Crop Sci. 19 : 385-388.

22. Remison, S. U. and E. O. Lucas. 1962. Effects of planting density on leaf area and productivity of two maize cultivars in Nigeria. Expl. Agric. 18 : 93-100.

23. Rumawas, F., B. O. Blair and R. J. Bula. 1971. Microenvironment and plant characteristics of corn (*Zea mays* L.) plant at two row spacings. Crop Sci. 11 : 320-323.

24. Schoper, J. B., R. R. Johnson and R. J. Lambert. 1982. Maize yield response to increased assimilate supply. Crop Sci. 22 : 1184-1189.

25. Tollenaar, M. and T. B. Daynard. 1978. Effect of defoliation on kernel development in maize. Can. J. Plant Sci. 58 : 20S-212.

26. Tollenaar, M. and T. B. Daynard. 1978. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short-season environment. Agron. J. 70 : 219-223.

27. Tsao, S. H., C. S. Wang and D. J. Liu. 1986. Studies on the characteristics of kernel-filling in maize. J. Agri. Res. China 35 : 23-36.

28. Wan, H., T. C. Lee, H. S. Lu and C. L. Ho. 1986. Development of maize single hybrid Tainung 351. J. Agri. Res. China 35 : 11-22.

29. Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu. 1985. Studies on the causes of eartip unfilling of Tainung 351 maize. J. Agri. Res. China 34 : 266-278.

30. Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu. 1986. Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids. J. Agri. Res. China 35 : 437—448.

31. Wardlaw, I. F. 1984. The regulation of photosynthetic rate by sink demand. *In* Regulation of sources and sinks in crop plants(B. Jeffcoat, A. F. Hawkins andA. D. Stead, eds). pp. 145-162. Proc. of a symposium by the Brit. Plant Growth Regulator Group. Univ. of York, Heslington, York.

32. Whigham, D. K. and D. G. Woolley. 1974. Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. Agron. J. 66 : 482-486.

33. Yamaguchi, J. 1974. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. IV. Plant traits and productivity of tropical varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 20 : 287-304.

34. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23 : 437-464.

Effect of Population Density on the Accumulation of Dry Matter in Maize[1]

C. S. Wang, S. H. Tsao and D. J. Liu[2]

Summary

Maize hybrid Tainung 351 was grown in the fall crop season of 1985 at three spacings (80×10, 80×20 and 80×40 cm) to give populations of about 125,000 (D1), 62,500 (D2) and 31,250 (D3) plants/ha. Treatments were imposed at either silking stage or two weeks after silking by thinning the stand from D1 to D2 and D3, and D2 to D3 in order to determine the response of production and partition of dry matter and yield characters to changing densities.

Results showed that with decreasing population density (D1−D2−D3), total dry weight per plant, kernel number and total ear length increased (226—267—313 g/plant, 465—503—587 kernels/ear and 13.8—14.9—16.5 cm, respectively) while ratio of unfilled to total ear length decreased (21—16—13%), resulting in higher single plant yield (98—117—130 g). However, grain yield per ha decreased (12.2—7.3—4.1t) significantly due mainly to insufficient plant number at lower population densities. Yield per ha was closely correlated with shelling rate and partition ratio of dry matter to grain tended to decrease with decreasing population density, which indicated that maize yield was limited by sink capacity and dry matter utilization efficiency was low under widely spaced condition.

Thinning treatments showed positive effect on assimilate supply and yield performances. For example, total and filled ear length, kernel number, shelling rate, 100-kernel-weight and grain yield per plant of D1−D2 were all increased as compared with those of either D1 or D2 treatment. Plants of thinning treatment partitioned less dry matter to the vegetative parts (leaf and stalk) but more to the reproductive organs (husk, cob and kernel).

Plants possessed 85—97% of maximum leaf area but only 40% of final dry weight at silking stage, indicating high assimilation ability during grain-filling. Thinning to low densities increased source activity, sink capacity and sink activity (seed growth rate). These, along with the high partition efficiency, were the main reasons for

---

1. Contribution No. 1320 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, assistant agronomist, research assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

increased grain yield. Experimental results suggested that appropriate dense planting could increase the yield of Tainung 351 maize under favorable cultural conditions. Population density at various growth periods had definite effect on the physiological and yield performances. Production and partition of dry matter in maize could be manipulated to some degree by cultural improvement. Hence, improving the partitioning efficiency and selecting varieties with high harvest index should be approaches for an increased grain yield in maize.

大豆營養要素之累積與分佈

Ⅲ全生育期非構造性碳水化合物及營養要素之累積[1]

王強生　劉大江[2]

摘要：以高雄3號（Kaohsiung No. 3）與十石（Shih-Shih）二大豆品種爲材料，於重要生育期測定植株各部位所累積之非構造性碳水化合物（TNC）及氮、磷、鉀與鎂素含量，並於春、夏作間進行比較，以探討營養要素與產量間之關係。在 R4-R5 生育期以前，葉片爲營養要素累積量最高的器官，且春作大豆全株與各營養器官內的要素含量多較夏作爲高，其後之營養要素累積以莢果壁與種子爲主，且以夏作的含量較多。全生育期大豆植株累積各要素之最高量爲每公頃氮素 124—270kg、磷素 27—42kg、鉀素 70—130kg 與鎂素 15—30kg，其中僅磷素與所施用之肥料量相平衡。種子迅速充實期全株各元素之累積速率（kg/ha/day）爲氮素 3－8 、磷素0.3—1.2、鉀素 1.4—3.8 與鎂素0.3—0.8，而種子之累積速率則依次爲 4.4—12.9、0.7—1.7、1.8—2.6與0.3—0.5，顯示除鉀與鎂外，其他營養要素明顯自葉片、葉柄、莖稈及莢果壁等器官再轉移至種子。種子充實期間莢果壁 TNC/N 比值上升，夏作遠高於春作，種子 TNC/N 比值則有逐漸下降的趨勢，且以春作略低，顯示夏作大豆 TNC 生產力較高，春作則有不足的可能，應爲影響產量的重要原因。

大豆植株各部位在某一生育期所含營養要素之量可由該部位乾物重和營養要素濃度的乘積求得；Hanway and Weber (8) 與 Pal and Saxena (14) 研究大豆 N 素營養，發現莖稈、葉片和葉柄等營養器官及全株的 N 素含量自生育初期開始，即以 Sigmoid 曲線方式累積，Israel (11) 則報告大豆全株及豆莢內 N 素均呈直線累積；若就全生育期各部位 N 素的累積速率而言，以種子充實期最高，可達 8.2 kg/ha/day (14)。

Harper (9) 指出大豆植株自生育初期即開始累積 P 素，Hanway and Weber (18) 發現全株 P 素累積以種子最多，每公頃約 14.5—20.5kg，葉片及葉柄次之，莖稈最少，全株總累積量爲 18.8—27.2kg/ha。大豆植株全生育期可累積 78—103kg/ha K 素，而 Mg 素亦自生育初期便逐漸累積 (9)。

本研究室之試驗結果發現臺中地區春、夏二作大豆生長於氣象（溫度、日射量）差異極大的環境下，乾物質生產力及分配效率呈現極大的期作間差異，是造成夏作大豆產量遠高於春作的主要原因 (2)。Gent (7) 指出植株各部位營養要素分配的平衡與否對產量有重大的影響，局部營養要素供應不足或不平衡，均可能導致減產。著者等 (3,4) 調查全生育期大豆植株各部位營養要素濃度（TNC, N, P, K 與 Mg）之變化趨勢，發現夏作大豆植株營養要素濃度並不高於春作，因而建議營養要素濃度的高低並無法說明春、夏作大豆產量之鉅大差異，亦即植株營養狀況良好未必有較高的種子產量。本文係進一步利用各營養要素濃度及乾物重資料，計算大豆全生育期各部位 TNC、N、P、K 與 Mg 等

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第　1321　號。

2.本所農藝系助理研究員與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

重要營養要素累積量之變化情形，藉以探討大豆全生育期各營養要素之累積模式、期作間之差異及其與產量之關係。

材料與方法

試驗採用高雄 3 號 (Kaohsiung No. 3, KS-3)，及十石 (Shih-Shih, SS) 大豆品種爲材料，夏作於民國70年 8 月 3 日，春作於71年 2 月 8 日播種於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田。播種時每穴播 3 — 4 粒種子，而後於 V2-V3期[6]間拔，每穴留 2 株，行株距春作爲50×10cm (400,000株／公頃)，夏作爲45×10cm (440,000株／公頃)。肥料用量N : P_2O_5 : K_2O = 24 : 50 : 70kg/ha，以基肥方式一次施於田間。每一期作均進行中耕除草及培土一次，定期噴施農藥以防治雜草及病蟲害，並視需要適時灌溉，所有田間管理均按一般慣行栽培法進行。

大豆植株出土後自 V3 期起，每隔10天左右取樣一次，將植株區分爲葉片、葉柄、莖稈、根、莢果壁及種子等部位，烘乾並秤取乾重後磨粉，所得之乾燥樣品供爲各項營養要素分析之用[2]。

非構造性碳水化合物 (total nonstructural carbohydrates, TNC) 仿 Smith[17] 法分析，係秤取適量樣品，以 0.5% takadiastase ("Clarase 40,000", Miles-Kyowa Co., LTD, Japan) 於 40°C 水解44小時，再以 Shaeffer-Somogyi copperiodometric titration method定量。N素係以 semi-micro kjeldahl 方法測定。樣品經以Issac and Jones, Jr[12]與 Liu[13]之方法灰化後，P素以鉬藍法 (colorimetric (Mo) blue method)[4]分析，K素以焰光比色計 (Corning Model 400 flame photometer) 測定，Mg 係以原子吸光儀 (Varian techtron Model AA-55 atomic absorption spectrophotometer) 測定[3,4]。上述各項分析均以每一重複爲一樣品，每一樣品均同時分析兩次。有關濃度之試驗結果業經報告[3,4]，本文係討論營養要素含量與大豆生長間之關係。

結　　果

大豆全生育期植株各部位TNC含量之變化列於表 1，葉片及葉柄 TNC 含量大致從 V5 期後迅速增加，於 R4 或 R5 期達最大累積量，而後春作含量急速下降，夏作雖亦減少，但趨勢較爲緩慢。春作高雄 3 號於 R4 至 R5 期，十石品種於 R5 至 R6 期之下降幅度最爲明顯。夏作 TNC 含量下降時期較晚，高雄 3 號爲 R5 至 R6 期，而十石爲 R6至 R7期。就最大累積量而言，高雄 3 號夏作 R5 期每株累積之TNC 約 652mg，而春作於 R4 期達 960mg；十石品種春、夏二作分別爲 902mg 及 579mg，春作含量均較夏作高出甚多。

莖稈TNC含量亦呈明顯之期作性差異，夏作二品種均自生育初期逐漸累積，R1 期達第一次高峰，而後略有減少，種子形成 (R5期) 後累積量增加而達最大值，然後隨種子迅速充實而漸減。春作高雄 3 號與十石莖稈 TNC含量分別於 R4 及 R5 期達最高值，而後亦隨種子充實而遞減。品種間比較，以高雄 3 號之含量爲高，期作間比較，則以春作的累積量爲多。

根部TNC含量爲全株各部位中最低者，無論品種或期作，其累積模式頗爲一致，皆自 V3 期逐漸增加，至 R4 或 R5 期達最大值；春作高雄 3 號每株約含 82mg之TNC，十石約爲 78mg，而夏作之累積量較春作少，二品種依次爲 63mg及 23mg。種子充實期間根部 TNC含量亦大幅下降，至 R8 期每株僅餘 4—10mg。

自豆莢形成後莢果壁便逐漸累積TNC，而於種子直線充實期間 (R5—R6 期) 達最高值，夏作高雄 3 號每株約 522mg，十石較高，爲 632mg，二品種春作TNC累積量依次爲 418mg及 205mg，遠較夏作爲低，與營養器官之表現截然不同。莢果壁 TNC 含量亦隨種子充實與成熟而明顯減少。春作二品種莢果壁於 R8 期之TNC含量均低於170mg，並較夏作爲低。

種子 TNC 含量變化模式呈明顯期作性差異，夏作二品種皆自種子形成後迅速累積，高雄 3 號於 R7期達最大累積量，每株約 901mg，但成熟期略有減少，而十石品種於成熟 (R8) 期達最大值，約

727mg。春作成熟期高雄 3 號與十石二品種種子依次累積 536mg及397mg之 TNC，均遠較夏作少。

大豆全株TNC總累積量自V3期逐漸增加，約於R3至R5期間有最高之累積速率。就最大累積量而言，夏作出現時期較春作晚，夏作高雄 3 號於R5期每公頃約累積 738kg之TNC，十石於R6期約累積 767kg；春作高雄 3 號於 R4期每公頃約累積 612kg，十石品種於R5期累積 620kg。成熟期夏作全株TNC累積總量幾達春作 2 倍，期作間差異顯著。

Table 1. Amount of TNC (mg/plant) accumulated in different parts of soybean plants at successive stages of development in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage: V3	V5	R1	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Leaf+petiole										
Kaohsiung No. 3	Summer	47	28	323	440	571	652	396	134	—
	Spring	25	43	268	243	960	396	262	—	—
Shih-Shih	Summer	60	25	112	—	208	579	517	112	—
	Spring	8	55	344	—	433	902	192	—	—
Stem										
Kaohsiung No. 3	Summer	11	19	119	88	91	147	89	74	43
	Spring	6	23	82	113	365	264	98	58	47
Shih-Shih	Summer	12	23	36	—	27	83	79	37	26
	Spring	4	24	79	—	131	269	104	24	18
Root										
Kaohsiung No. 3	Summer	5	—	32	41	63	34	13	14	11
	Spring	4	12	25	35	82	38	18	13	10
Shih-Shih	Summer	5	—	17	—	10	23	18	7	6
	Spring	3	9	16	—	37	78	20	7	4
Pod wall										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	222	522	313	355	424
	Spring	—	—	—	—	122	418	243	190	168
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	63	434	632	215	265
	Spring	—	—	—	—	50	177	205	113	107
Seed										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	—	322	857	901	823
	Spring	—	—	—	—	—	—	486	448	536
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	—	—	498	665	727
	Spring	—	—	—	—	—	124	462	385	397
Total										
Kaohsiung No. 3	Summer	63	47	474	569	947	1,677	1,668	1,478	1,301
	Spring	35	78	375	391	1,529	1,116	1,107	709	761
Shih-Shih	Summer	77	48	165	—	308	1,119	1,744	1,036	1,024
	Spring	15	88	439	—	651	1,550	983	529	526

全生育期大豆植株各部位N素含量之變化亦示於表2。葉片與葉柄自生育初期便逐漸累積N素，高雄3號於R4期，十石於R5期達全生育期最大累積值，而後隨種子之發育而逐漸減少。二品種在期作間之表現不同，除成熟期外，高雄3號以春作累積之N素較多，而十石反以夏作較高。就N素最大累積量而言，春作高雄3號之最高N素含量約爲每株202mg，十石僅有97mg，夏作二品種依次爲178mg及116mg。

Table 2. Amount of N (mg/plant) accumulated in different parts of soybean plants at successive stages of development in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage V3	V5	R1	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Leaf+petiole										
Kaohsiung No. 3	Summer	15	44	61	99	178	150	96	62	—
	Spring	11	29	61	143	202	191	168	—	—
Shih-Shih	Summer	14	34	43	—	94	116	95	27	—
	Spring	8	23	48	—	89	97	81	—	—
Stem										
Kaohsiung No. 3	Summer	4	11	17	17	33	30	23	14	11
	Spring	3	7	10	21	31	47	27	14	11
Shih-Shih	Summer	3	12	10	—	16	18	12	7	7
	Spring	2	5	7	—	14	17	13	5	5
Root										
Kaohsiung No. 3	Summer	2	—	7	10	12	13	9	7	5
	Spring	2	6	9	13	21	21	10	6	4
Shih-Shih	Summer	1	—	5	—	4	8	8	5	4
	Spring	2	5	6	—	12	17	15	4	3
Pod wall										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	84	94	46	44	30
	Spring	—	—	—	—	50	151	60	30	24
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	15	114	76	19	17
	Spring	—	—	—	—	21	57	31	13	11
Seed										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	—	136	429	438	434
	Spring	—	—	—	—	—	—	252	285	314
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	—	—	174	352	343
	Spring	—	—	—	—	—	50	171	211	214
Total										
Kaohsiung No. 3	Summer	21	55	85	116	307	423	613	565	480
	Spring	16	42	80	177	304	409	517	335	353
Shih-Shih	Summer	18	46	58	—	129	256	365	383	371
	Spring	12	33	61	—	136	238	311	233	233

無論期作或品種，莖稈N素累積模式頗爲一致，以 R4或 R5期之含量最高，而後逐漸減少。成熟期莖稈N素含量很低，高雄 3 號每株約11mg，十石品種更少，約爲5—7mg。

根部爲全株所有器官中 N素含量最低之部位，且全生育期之含量變化與莖稈相同，皆自生育初期逐漸累積，至R5期達最大值。比較期作之差異發現除R7期與R8期外均以春作較高。由 R5期及 R8期根部N素累積量之差異知，春作大豆根部N素自R5期後有損失或向外轉移的現象。

莢果壁自發育初期（R4）即迅速累積N素，於種子開始充實期（R5）累積量最多，且較植株其他任一營養器官爲高。隨種子充實，莢果壁N素亦大幅減少，成熟期之含量春作高雄 3 號每株爲 24mg，十石品種爲11mg，夏作較春作略高，二品種依序爲30mg 及 17mg。高雄 3 號春作每株最高累積量達151mg，夏作僅有94mg；十石品種夏作爲114mg，春作僅夏作之半（57mg），二參試品種於期作間之表現不同。

種子N素含量隨充實而迅速增加，成爲全株最大N素累積部位，成熟時佔全株總量於 90%以上。二品種夏作種子 N素累積量皆較春作爲高，成熟時高雄 3 號夏作每株種子N素含量達 434mg，春作僅爲314mg，僅及夏作之72%；十石品種夏作爲343mg，春作約214mg，爲前者之62%，期作間差異大，與植株其他營養器官之表現相反。

參試二品種全生期植株N素總累積量之變化模式頗爲一致，皆自生育初期逐漸增加，R4 至 R6 期間之累積最迅速。春作高雄 3 號每株最高約累積517mg（合207kg/ha），夏作爲 613mg（約270kg/ha）；十石春、夏二作依次爲311mg（124kg/ha）及383mg（169kg/ha），均以夏作較高。

無論春作或夏作，莢果壁TNC/N比率皆自豆莢形成（R4期）後逐漸升高，成熟時之比率最高，兩品種夏作介於14.1—15.6之間，春作僅爲7.0—9.7，顯示明顯的期作性差異（表 3）。種子的表現與莢果壁不同，TNC/N 比率有隨種子充實而逐漸降低的趨勢，春作的比率（高雄 3 號爲1.5—1.9，十石爲1.8—2.7）雖亦較夏作（高雄 3 號與十石分別爲1.9—2.4與1.9—2.9）爲低，但差異不若莢果壁之表現明顯（表 3）。

Table 3. Changes of TNC/N ratio in pod wall and seed of soybean plants during reproductive growth period in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	Reproductive Stage R4	R5	R6	R7	R8
		Pod wall				
Kaohsiung	Summer	2.64	5.55	6.80	8.07	14.13
No. 3	Spring	2.44	2.77	4.05	6.33	7.00
Shih-Shih	Summer	4.20	3.81	8.32	11.32	15.59
	Spring	2.38	3.11	6.61	8.69	9.73
		Seed				
Kaohsiung	Summer	—	2.37	2.00	2.06	1.90
No. 3	Spring	—	—	1.93	1.57	1.71
Shih-Shih	Summer	—	—	2.86	1.89	2.12
	Spring	—	2.48	2.70	1.82	1.86

除R8期外，春作葉片及葉柄之P累積量均較夏作多（表 4），但至生育末期之減少幅度亦遠較夏作明顯。高雄 3 號春作每株P含量高達34.6mg，夏作僅20.9mg；十石品種二期作依次爲 17.0mg 與

8.7mg，皆以春作較高。

莖稈生育期間P素累積模式與葉片及葉柄相似，於 R4—R5 期達最大値，隨後迅速減少。比較春、夏作之表現，除V3期之差異不大外，其他各生育期皆以春作之P累積量較多，以 R5 期爲例，春作高雄3號累積量約12.8mg，夏作僅有5.6mg；十石品種春、夏二作分別爲 5.5mg及2.6mg，期作差異極大。

Table 4. Amount of P (mg/plant) accumulated in different parts of soybean plants at successive stages of development in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	V3	V5	R1	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Leaf+petiole										
Kaohsiung No. 3	Summer	1.1	2.8	4.5	20.9	15.2	12.1	8.9	5.9	—
	Spring	1.4	4.5	11.6	27.3	34.6	31.0	29.7	—	—
Shih-Shih	Summer	1.0	2.3	3.0	—	2.7	8.2	8.7	1.2	—
	Spring	1.1	4.0	10.2	—	17.0	15.0	15.5	—	—
Stem										
Kaohsiung No. 3	Summer	0.5	1.1	2.4	2.3	5.9	5.6	3.2	2.0	1.7
	Spring	0.4	2.1	3.6	6.5	12.7	12.8	10.4	6.0	5.4
Shih-Shih	Summer	0.4	1.6	1.2	—	1.4	2.6	2.5	0.5	0.8
	Spring	0.3	1.8	2.5	—	4.4	5.5	4.3	1.5	1.9
Root										
Kaohsiung No. 3	Summer	0.2	—	0.8	1.2	4.4	1.0	1.1	0.8	0.5
	Spring	0.3	1.4	2.2	2.8	5.9	4.3	2.4	1.2	0.7
Shih-Shih	Summer	0.2	—	0.6	—	0.4	1.1	1.1	0.3	0.3
	Spring	0.3	1.2	1.8	—	2.6	3.9	3.2	0.8	0.5
Pod wall										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	20.0	12.9	6.8	4.7	2.7
	Spring	—	—	—	—	15.3	35.7	19.6	10.3	8.3
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	3.7	23.7	21.4	1.2	1.8
	Spring	—	—	—	—	5.6	15.8	10.9	2.5	2.3
Seed										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	—	24.4	40.1	48.6	45.5
	Spring	—	—	—	—	—	—	42.1	60.6	65.8
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	—	—	31.8	17.3	36.3
	Spring	—	—	—	—	—	11.1	34.9	43.9	46.0
Total										
Kaohsiung No. 3	Summer	1.8	3.9	7.7	24.4	45.5	56.1	60.1	62.0	51.4
	Spring	2.1	8.0	17.4	45.1	60.5	83.8	104.2	78.1	80.1
Shih-Shih	Summer	1.6	3.9	4.8	—	8.5	35.6	65.4	20.5	39.2
	Spring	1.7	7.0	14.5	—	29.6	51.3	68.8	48.7	50.7

大豆根部P素累積模式與地上部其它營養器官相似，高雄３號於R4期，十石品種於R5期之含量最高。全生育期中春作P素累積量均遠較夏作爲高，春作高雄３號及十石之最大累積量依次爲 5.9mg及3.9mg，而夏作二品種分別爲4.4mg及1.1mg。種子充實期間根部P含量亦迅速減少。

莢果壁 P含量高於全株任一營養器官，且於種子充實前之含量最高。高雄３號春作之累積量較夏作多，依次爲35.7mg及20.0mg；十石品種則反是，夏作爲 23.7mg，春作僅 15.8mg。種子充實期間莢果壁Ｐ素亦向其他器官轉移而大量減少。

種子爲全株 P素最大累積部位，R8 期種子成熟時，高雄３號春、夏作每株分別累積 65.8mg 及45.5mg，十石爲 46.0mg及 36.3mg，皆以春作較高。但就所佔全株總累積量而言，反以夏作比率較高，高雄３號夏作爲89%，春作僅82%；十石品種差異較小，依次爲93%及90%。

全株 P含量之變化和營養器官一致，自生育初期逐漸累積，種子充實期間，因器官脫落、老化而減少。春作 P素累積量於生育期間均較夏作高出甚多，以最大累積量而言，高雄 3 號春作每株爲104.2mg (42kg/ha) ，夏作僅 62mg (27kg/ha) ，爲前者之 60%；十石品種之差異較小，分別爲68.8mg (28kg/ha) 及 65.4mg (29kg/ha) 。

葉片及葉柄之K素含量於R5期前後達最大值（表４），而後因老化脫落而大量減少。二品種之最高累積量皆以春作較多，高雄３號及十石每株分別爲 121mg 及 52mg，夏作較少，二品種依次僅有79mg及45mg。

夏作高雄３號及十石品種莖稈K含量於R1期及V5期即達最高值，分別爲33mg 及 31mg，而後略呈下降趨勢。春作二品種K素累積較緩慢，高雄３號及十石分別於R5期及R4期達高峰，依次爲 52mg及16mg。比較期作間差異，得知R1期以前夏作莖稈累積K素較多，而 R1期後反以春作之累積量較多。

根部約於種子充實期 (R5) 前後有最大K累積量，夏作高雄３號及十石分別爲 21mg及 6mg；春作二品種依次爲16mg及9mg。根部爲營養器官中K素含量最少之部位。

莢果壁自形成後便迅速累積Ｋ素，高雄３號於 R5期，十石品種於 R6期之含量最高，高雄３號夏作、春作分別累積 96mg及 117mg，以春作較多；十石品種則反是，春、夏作分別爲 44mg及 110mg。隨著種子成熟，莢果壁 K素含量逐漸減少。

種子 K素含量隨種子充實而逐漸增加，最後成爲全株最大累積部位，約佔全株總量50%以上。夏作種子累積K素較多，就R8期而言，高雄３號夏作爲116mg，春作爲 96mg；十石品種二期作依次爲110mg及67mg，差異更大。估計每公頃累積量，高雄３號夏作達51kg，春作僅38kg；十石春作、夏作依序爲27kg及48kg。

大豆全株K素累積量之變化模式與地上部營養器官一致，於 R5或R6 期含量最多，高雄３號夏作於R6期累積K素250mg，相當於110kg/ha，春作於 R5期爲295mg，相當於 118kg/ha；十石品種 R6期春作、夏作每株依次累積K素160mg及217mg，約合64kg/ha 及 95kg/ha，二品種對期作之反應不一致。

表６爲植株各部位Mg素累積量之變化情形。葉片及葉柄所含Mg素於 R4或R5期達最大值，而後因葉片老化脫落而減少。營養生長期 (R1期以前) 以夏作之累積較多，生殖生長期後，除十石於 R5期以夏作較高外，均以春作累積之Mg素較多。

莖稈Mg素含量亦自V3期後逐漸增加，於種子成熟前略呈下降趨勢。R1期前高雄３號以夏作 Mg素含量較多，R3期後反以春作累積量高，十石品種的表現亦相近似。高雄３號春作全生育期最大累積量每株爲11.4mg，夏作僅6.6mg，十石品種春、夏作依次爲5.2mg及3.4mg。

莢果壁爲全株 Mg 素含量最高之部位，二品種皆以夏作之累積量較多，高雄３號春作每株最高含量約21.0mg，夏作爲29.8mg；十石品種春、夏作依次爲16.1mg 及 26.4mg。種子Mg素含量亦以夏作較高，R8期高雄３號每株累積 21mg，十石品種較少，爲 17.1mg；春作二品種依序爲 9.0mg 及

Table 5. Amount of K (mg/plant) accumulated in different parts of soybean plants at successive stages of development in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	V3	V5	R1	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Leaf+petiole										
Kaohsiung No. 3	Summer	7	15	28	59	79	61	47	26	—
	Spring	5	12	15	85	117	110	121	—	—
Shih-Shih	Summer	7	12	15	—	18	47	45	14	—
	Spring	3	10	27	—	52	51	37	—	—
Stem										
Kaohsiung No. 3	Summer	7	19	33	27	28	27	22	18	20
	Spring	3	10	14	29	33	52	36	36	32
Shih-Shih	Summer	5	31	17	—	7	12	16	12	9
	Spring	2	9	9	—	16	13	15	16	12
Root										
Kaohsiung No. 3	Summer	3	—	8	10	21	10	6	5	4
	Spring	2	7	8	10	14	16	7	2	1
Shih-Shih	Summer	2	—	6	—	3	5	6	4	1
	Spring	2	5	5	—	7	9	6	3	1
Pod wall										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	47	96	91	77	82
	Spring	—	—	—	—	35	117	61	64	55
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	9	50	110	50	40
	Spring	—	—	—	—	12	41	44	43	31
Seed										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	—	32	84	122	116
	Spring	—	—	—	—	—	—	64	88	96
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	—	—	40	104	110
	Spring	—	—	—	—	—	14	58	94	67
Total										
Kaohsiung No. 3	Summer	17	34	69	96	175	226	250	248	222
	Spring	10	29	37	124	199	295	289	190	184
Shih-Shih	Summer	14	43	38	—	37	114	217	184	160
	Spring	7	24	41	—	87	128	160	156	111

8.1mg，期作間差異頗大。

全株 Mg 素累積量之變化，二品種於不同期作之表現一致，生育初期 (V3—V5) 及生育末期 (R7—R8) 以春作累積量較少，其他生育期以夏作之累積量較低。高雄3號春作每株最高 Mg 含量約 70.9mg (28kg/ha)，夏作爲 67.8mg (30kg/ha)；十石品種二期作分別爲 36.9mg (15kg/ha) 及48.5mg (21kg/ha)。

Table 6. Amount of Mg (mg/plant) accumulated in different parts of soybean plants at successive stages of development in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

Variety	Crop Season	Developmental Stage								
		V3	V5	R1	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Leaf+petiole										
Kaohsiung No. 3	Summer	1.6	4.3	7.2	13.8	18.4	15.2	14.2	12.1	—
	Spring	1.0	2.4	8.5	15.8	22.0	28.1	27.7	—	—
Shih-Shih	Summer	1.7	3.8	5.2	—	6.1	18.9	10.7	5.4	—
	Spring	0.8	2.5	7.5	—	12.0	11.9	10.7	—	—
Stem										
Kaohsiung No. 3	Summer	1.0	2.8	5.6	5.3	6.6	6.1	5.1	4.3	3.4
	Spring	0.7	2.2	4.2	7.2	10.2	11.4	9.8	3.4	6.5
Shih-Shih	Summer	0.9	3.4	2.7	—	1.6	2.9	2.8	2.0	1.7
	Spring	0.5	2.1	3.1	—	4.3	5.2	3.3	4.0	2.2
Root										
Kaohsiung No. 3	Summer	0.4	—	1.7	2.3	6.7	2.9	2.2	1.9	1.5
	Spring	0.6	1.3	1.9	2.8	5.2	4.5	3.9	1.3	0.3
Shih-Shih	Summer	0.3	—	1.4	—	0.8	1.6	1.5	1.0	0.8
	Spring	0.5	0.7	1.1	—	1.8	2.9	2.3	0.6	0.3
Pod wall										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	10.1	25.5	24.4	27.7	29.8
	Spring	—	—	—	—	7.3	18.3	19.5	21.0	17.8
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	2.4	9.5	26.4	16.0	15.5
	Spring	—	—	—	—	2.6	9.5	12.5	16.1	10.2
Seed										
Kaohsiung No. 3	Summer	—	—	—	—	—	5.4	17.0	21.8	21.0
	Spring	—	—	—	—	—	—	10.0	9.0	9.0
Shih-Shih	Summer	—	—	—	—	—	—	7.1	18.3	17.1
	Spring	—	—	—	—	—	1.5	7.8	13.6	8.1
Total										
Kaohsiung No. 3	Summer	3.0	7.1	14.5	20.4	41.8	55.1	62.9	67.8	55.7
	Spring	2.3	5.9	14.6	25.8	44.7	62.3	70.9	34.7	33.6
Shih-Shih	Summer	2.9	7.2	9.3	—	10.9	32.9	48.5	42.7	35.1
	Spring	1.8	5.3	11.7	—	20.7	31.0	36.6	34.3	20.8

討　　論

大豆植株各營養器官皆自生育初期即逐漸累積 TNC，而於種子充實期間含量大幅減少（表 1）；Streeter and Jeffers [18] 認爲大豆營養器官具有暫時貯藏碳水化合物的能力，在植株供源 (source) 與積儲 (sink) 部位間扮演緩衝 (buffering) 的角色，有利於供源、積儲正常功能之維持。葉

片與葉柄貯藏之TNC量遠較莖稈爲多，春作高雄3號於R4期，十石品種於R5期之累積量每株分別爲960mg及902mg，而後迅速減少（表1），除部分因葉片脫落之影響外[2]，由葉片及葉柄TNC濃度迅速下降結果[3]，得知TNC再分布至發育中的種子及呼吸作用的消耗，應爲含量減少的主要原因。春作各營養器官TNC最大累積量均較夏作高，全株TNC總量於R4期種子尙未形成前亦以春作較多，以高雄3號爲例，春作每株累積1,529mg（612kg/ha），夏作僅爲947mg（417kg/ha），差異極大，然而至R5期以後，夏作反而TNC累積較多（表1）。此外，種子開始充實後，春作大豆營養器官內所貯藏TNC急速減少，推測春作大豆種子充實對貯藏性TNC依賴程度較夏作爲高，可能因春作大豆生育後期受高溫、高濕及低日射量的影響[2]，消耗增加，且葉片較早老化與脫落，導致現階段光合生產力不足，TNC 供給成爲限制因子。夏作大豆種子充實期日射量充足，植株維持較高的光合成能力，淨同化速率（NAR）較高[1]，TNC生產不受限制[3]，且夏作大豆植株光合產物分配效率較高，導致生殖器官（莢果壁及種子）之TNC累積量遠比春作多，與植株乾物質分配有相同結果[2]。由表3中莢果壁及種子TNC/N比率顯示，春作大豆生殖器官所獲分配之TNC量明顯受到限制，導致比率較低，假設N素供給充足，TNC之供給達成爲春作大豆低產原因及限制因子。

夏作大豆高雄3號全株N素總累積量以R6期之613mg最高，相當於270kg/ha，春作十石品種亦以R6期最高，但僅及311mg，即124kg/ha，相差極爲懸殊。大豆生育期間對N素需求量大，累積速率亦快，Pal and Saxena[14]指出開花期以前，N素積速率小於1kg/ha/day，但種子迅速充實期間（約14天）可高達2—8kg/ha/day。由表2結果顯示，不論期作或品種，大豆全株60%以上的N素係於R4期以後累積，此外，如不考慮葉片脫落的影響，成熟時90%以上的N素累積於種子，亦即種子充實期間大豆植株N素的供應與N素營養對產量有決定性的影響。一般而言，栽培大豆每公頃所施用的N肥約20—30kg，僅佔大豆全株總累積量的十分之一，除部分N素由原來存在土壤中者供應外，絕大多數N素依賴固氮作用供給。據 Huang *et al.*[10]之研究，大豆根瘤的固氮活性於種子充實期已明顯下降，因此，此一階段植株所固定N素是否足以供應大豆種子充實所需，仍有待更進一步探討。

全生育期大豆植株各部位P素累積量皆以春作較高，且差異頗大。然而，就全株P素分配效率而言，夏作大豆種子P素累積量雖然較少，但佔全株比率較高，顯示夏作大豆P素之利用仍較具效率。至於K素與Mg素之累積，春作營養器官（葉片及葉柄、莖稈與根等）於全生育期或營養生長至生殖生長初期皆有較大累積量，而生殖器官（莢果壁及種子）除於部分時期呈現品種差異外，皆以夏作較高，且佔全株分配比率亦較高，與上述其他要素表現相同（表5、6）。

表3—6估計大豆全生育期間對P、K、Mg三要素需要量，P素約27—42kg/ha，K素約70—130kg/ha，與Harper[9]之結果相近，Mg素之需要量爲15—30kg。目前栽培大豆每公頃大約施用P肥50kg，K肥70kg，若與本試驗結果比較，所施用P肥似已足供大豆之需，然而K肥之供應是否充分，則受土壤肥力的影響，單就植株需要量而言，建議應針對土壤條件考慮酌量加施K肥的必要性。又由植株對Mg之大量累積情形，今後栽培大豆或其他作物時應瞭解作物對各必要元素吸收或需要量，適當施用，以預防或彌補土壤經長期栽培，產生缺乏元素現象而影響產量表現。

由表3—6估計大豆種子迅速充實期間全株各元素吸收累積速率，分別爲N素3—8kg/ha/day，P素0.3—1.2kg/ha/day，K素1.4—3.8kg/ha/day及Mg素0.3—0.8kg/ha/day，而同一期間種子之累積速率依次爲N素4.4—12.9kg/ha/day，P素0.7—1.7kg/ha/day，K素1.8—2.6kg//ha/day與Mg素0.3—0.5kg/ha/day，顯示大豆種子對各種營養要素之需求量頗大，於測定元素中除Mg素外，全株營養要素之累積尙無法滿足種子需要，導致各種營養要素自植株、葉片、葉柄、莖稈、根部及莢果壁等部位再轉移至種子，與Hanway and Weber[8], Sinclair and deWit[15,16]及 Egli[5]等之結果相同。Sinclair and deWit[15]認爲營養要素自營養器官再轉移至種子是一種自身毀滅作用（self-destruction），促使大豆植株提早老化，而限制種子產量，由計算資料推測各要素中以N素供應不足最可能影響產量。表3結果顯示莢果壁TNC/N比率隨種子充實而增大，除證明大量N素再轉

移（表2）外，仍有大量 TNC 殘留於莢果壁而無法被利用，此一現象尤以夏作更爲明顯，可能莢果壁至種子轉移途徑（translocation pathway）受阻，或TNC與N素之轉移有並行關係存在，由於N素之供應不足，造成莢果壁內TNC的累積。種子成熟時TNC/N比率逐漸減小，以春作較爲明顯，除表示N素對種子發育的重要性外，TNC之供給應爲影響產量的另一重要因素。

綜合本試驗及前文[2,3,4]之結果，大豆營養器官內各營養素要濃度在所知之變異範圍內，與產量並無明確的關係，但種子充實期間累積量的多寡則對產量具有影響；此外，生殖器官所獲全株營養要素分配量較多者，產量亦較高，此一現象雖可能爲高產的結果，而非原因，但仍足以證明分配效率對產量的重要性。大豆種子充實期間，各營養要素於植株內迅速累積，而濃度却大幅下降，顯示維持供需平衡關係對產量具有重要影響。營養要素自葉片再分布至種子因可能導致葉片生理活性降低而提早老化，但春作大豆的轉移作用不完全，產量亦低[2]，顯示在實際生產上不宜由單一方向考慮營養要素利用問題，而春、夏的氣象條件不同[1]，也表示環境因子的作用頗爲複雜。又由莢果壁及種子內 TNC 與 N素含量之比率變化，建議今後亦有必要探討種子充實期間碳素與氮素代謝作用間的關係，應有助於充分瞭解大豆生理，進而謀求增產之道。

參 考 文 獻

1. 王強生・1983・大豆乾物質與營養要素之累積與分佈。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
2. 王強生、曹文隆、劉大江・1984・大豆植株之乾物質累積與分佈。中華農業研究33（2）：117～125。
3. 王強生、魏夢麗、劉大江・1984・大豆植株營養要素之累積與分佈 Ⅰ、全生育期非構造性碳水化合物與氮素濃度之變化。中華農業研究33（3）：247～256。
4. 王強生、魏夢麗、劉大江・1984・大豆植株營養要素之累積與分佈 Ⅱ、全生育期磷、鉀、鎂之濃度變化。中華農業研究33（4）：377～386。
5. Egli, D. B., J. E. Leggett and A. Cheniae . 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. Crop Sci. 20 : 468-472.
6. Fehr, W. R. and C. E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special report 80, Cooperative Extension Service, Iowa State Univ.
7. Gent, M. P. N. 1982. Effect of defoliation and depodding on long distance translocation and yield in Y-shaped soybean plants. Crop Sci. 22 : 245-250.
8. Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971. Accumulation of N, P and K by soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. Agron. J. 63 : 406-408.
9. Harper, J. E. 1971. Seasonal nutrient uptake and accumulation patterns of soybeans. Crop Sci. 11 : 347-350.
10. Huang, D. D., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1980. Nitrogen distribution and N_2-fixing activity of developing soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plant. J. Agri. Res. China 29 : 93-102.
11. Israel, D. W. and W. A. Jackson. 1982. Ion balance, uptake and transport processes in N_2-fixing and nitrate- and urea-dependent soybean plants. Plant Physiol. 69 : 171-178.
12. Issac, R. A. and J. B. Jones, Jr. 1972. Effects of various dry ashing temperatures on the determination of 13 nutrient elements in five plant tissues. Comm. Soil Pl. Anal. 3 : 261-269.
13. Liu, D. J. 1975. Composition and distribution of minerals in barley (*Hordeum vulgare* L.). Ph. D. thesis, Univ. of Wisconsin.
14. Pal, U. R. and M. C. Saxena. 1976. Relationship between nitrogen analysis of soybean tissues and soybean yields. Agron. J. 68 : 927-932.
15. Sinclair, T. R. and C. T. deWit. 1975. Comparative analysis of photosynthate and nitrogen requirements in the production of seeds by various crops. Science 189 : 565-567.

16. Sinclair, T. R. and C. T. deWit. 1976. Analysis of the carbon and nitrogen limitation to soybean yield. Agron J. 68 : 319-324.
17. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agri. Exp. Sta. Res. Rep. 41. 11pp.
18. Streeter, J. G. and D. L. Jeffers. 1979. Distribution of total nonstructural carbohydrates in soybean plants having increased reproductive load. Crop Sci. 19 : 729-734.
19. Wardlaw, I. F. 1968. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. Bot. Rev. 34 : 79-105.

Accumulation and Distribution of Nutrients in Soybeans

III. Accumulation of TNC, N, P, K and Mg during Plant Development[1]

C. S. Wang and D. J. Liu[2]

Summary

Soybean varieties Kaohsiung No. 3 (KS 3) and Shih-Shih (SS) were grown in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons to study the amounts of TNC, N, P, K and Mg accumulated by different plant organs during successive developmental stages. Between V3 and R5 stages, leaf blade was the organ of predominant nutrient accumulation and the amounts accumulated by the whole plant and various vegetative organs were greater for the spring than for the summer crop. Pod wall and seed were the major organs of nutrient deposition during seed-filling. The amounts of TNC and mineral nutrients accumulated in the reproductive organs as well as in the whole plant were higher for the summer crop during the same period. The maximum amounts of nutrients accumulated by soybean crop were 120—270 kg N/ha, 27—44 kg P/ha, 70—130 kg K/ha and 15—30 kg Mg/ha. The accumulation rates (kg/ha/day) by the whole plant during rapid seed-filling were N: 3-8, P: 0.3-1.2, K: 1.4-3.8 and Mg: 0.3-0.8; whereas the rates by the seed were N: 4.4-12.9, P: 0.7-1.7, K: 1.8-2.6 and Mg: 0.3-0.5. These results indicated significant retranslocation of N and P from vegetative organs to the developing seeds. TNC/N ratio in the pod wall increased markedly during seed-filling and was significantly higher for the summer than for the spring crop. On the contrary, TNC/N ratio in the seed showed a decreasing tendency during the same period. It was also slightly higher for the summer crop. Poor ability of TNC production was suggested as one of the factors for the low grain yield of soybeans grown in the spring crop season.

---

1. Contribution No. 1321 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, assistant agronomist and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

Root Growth Characteristics of Peanut Genotypes[1]

Ming-teh Huang[2] and Darold L. Ketring[3]

Abstract: To evaluate the potential of peanut root growth characteristics such as taproot growth rate at different periods of growth, taproot length, root number, root length density at different depths, and the relationship between taproot length and shoot dry weight were examined under greenhouse conditions during 1983 and 1984. Separate studies on root volume, root and shoot dry weights, root/shoot ratio, and their interrelationship were also conducted. Data obtained showed that peanut genotypes differed in taproot growth rate, root number, and length density in the first 30 cm of soil profile. However, perhaps due to the different times during the year when the tests were conducted, several characteristics such as root length density, number of roots at different depths, and correlation between taproot length and shoot dry weight varied between tests. In root length studies, the fastest taproot elongation was found between 21 to 28 days after planting and virginia type peanuts had longer taproot and faster root growth rate than spanish types. The correlation between taproot length and shoot dry weight was significant in one test held in late winter. In root volume studies, no significant differences in root volume and root dry weight were found between types. Virginia type peanuts tended to have heavier shoot and total dry weight, but lower root/shoot ratios than spanish type. Significant positive linear correlations were found between root volume and shoot, root, and total dry weights. Also, root dry weight was positively associated with shoot, and total dry weight. Root volume and root dry weight did not show linear relationship with the root/shoot ratio in this study.

Introduction

Plant root is one of the major organs for water and nutrient uptake from soil. Root development and amount of water absorption from the soil are closely related [3,17,9]. Under drought conditions the success of crop plants, such as wheat [3], rice [14], sorghum [4], and soybean [15,6] is often dependent on the growth of roots (root length, growth

1. Contribution No. 1322 from the Taiwan Agricultural Research Institute, Taiwan, Republic of China.

2. Senior Plant Breeder, Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

3. Plant Physiologist and Associate Professor, Plant Science and Water Conservation Laboratory. ARS, USDA, and Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078, U. S. A.

rate, number, length density, volume, and distribution), especially the development of deep and wide-distributed root system when the soil water content falls much below field capacity. Generally, studies have shown that as the depth, width, and branching of the root system increases, plant water stress decreases.

Diversity in root growth and development characteristics among genotypes within species has been found in many crops. Cotton genotypes differed in root length, number of downward-growing roots, and relative root weight[11,2]. Taylor (1980) also pointed out that taproot growth rate and root length were different among soybean genotypes. Furthermore, Kaspar et al. (1984) found taproot-elongation rates that differed among soybean cultivars screened under greenhouse conditions also differed under field conditions. Higher taproot growth rates were positively associated with deeper roots. In peanut, Bhan (1973) indicated that differences in rooting depth, number of primary and secondary roots, and root weight occurred among peanut botanical types and genotypes. He also found that the number of primary roots at 25 cm depth, number of secondary roots at both 25 and 50 cm depth, and total dry weight were significantly correlated with shoot weight. Robertson et al. (1980) reported that 84% of peanut total rooting length was in the top 15 to 30 cm. They also showed that rooting length density of the Florunner cultivar decreased with increasing soil depth. Ketring et al. (1982) measured root and shoot characteristics of peanut genotypes and found that considerable diversity in root length and number of strong downward-growing lateral roots existed among genotypes. Correlations between shoot and root parameters indicated strong positive association between aerial and subterranean growth. Root length and number were highly correlated for spanish, but not for virginia genotypes. Jordan et al. (1983) evaluated root systems for exotic peanut lines and found that genetic variation existed in root number at 1 m depth, hypocotyl diameter, taproot dominance, lateral root density, number of fine roots, and number of nodules. Recently, Ketring (1984) indicated peanut genotypes differed in both root (volume and dry weight) and shoot (height, dry weight, leaf area, and leaf number) characteristics. Root volume and dry weight were highly correlated among entries tested. Shoot dry weight, leaf area, and number of leaves were significantly correlated in most tests. Root dry weight and volume were positively associated with shoot dry weight, leaf area, and number of leaves. Based on his results, he suggested that selections for extensive rooting traits is feasible to develop more drought tolerant peanut cultivars.

As indicated by Quizenberry (1982), cultivar evaluations and breeding for root development have been carried out in several crop species and this approach proved to be effective in increasing crop water use efficiency and drought tolerance. Evidenced from the above studies, improvement of rooting traits through selection of useful root growth characteristics may enhanced the resistance of peanut to drought stress. In order to achieve this goal of breeding peanut for drought tolerance, more detailed studies on root growth are still needed. Therefore, the objectives of this study were to evaluate genotypic variations in root growth characteristics and the intercorrelation among these parameters under greenhouse conditions.

Materials and Methods

Two sets of experiments, each with two tests, were conducted in the greenhouse located at the Plant Science and Water Conservation Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Stillwater, Oklahoma during 1983 and 1984. Six and seven peanut genotypes (Tamnut 74 was included as a check cultivar in the root volume trials only) were tested in randomized complete block designs with six replications for root lengh and root volume studies, respectively. The genotypes used in this study were OK-FH-13 , OK-FH-14 (selections from Spanhoma×Florunner cross combination) and Florunner that belong to the virginia botanical type (*Arachis hypogaea* L. spp. *hypogaea* var. *hypogaea*), and Comet, Pronto, and Spanhoma which are spanish botanical type (ssp. *fastigiata* var. *vulgaris*).

Seeds of each genotypes were imbibed with distilled water in petri dishes and were incubated at 30 C for 16 h. Imbibed seeds then were wrapped in wet paper towel, sealed upright in glass germination chambers so that the root will grow straight vertically, and incubated at 30 C again for 24 h. At 40 h, germinating seeds with uniform radicle lengths were used for root length and root volume studies.

In root length studies, two tests were conducted from May 26, 1983 to July 1, 1983 (Test 1) and from January 5, 1984 to February 10, 1984 (Test 2), respectively. For each test, seeds were planted in 5 cm (inside diameter) clear PVC tubes (2.1 m in length) containing a mixture of potting soil, and fine and coarse vermiculites in 0.5 : 1 : 1 (v/v) ratio as the growth medium. A total of 36 tubes were arranged according to designs and put in slanted root growth chambers for root growth determinations. Plants were watered twice daily for two minutes with an automatic drip irrigation system. A modified Hoagland nutrient solution (200 ml) was applied to each tube once a week starting at the second week after planting. Growth length of the downward-growing taproot was measured three times per week until the end of test. Number of main laternal roots and total root length per each 30 cm depth were also counted and measured for estimating root length density. At the end of test, the total root length and shoot dry weight were recorded.

In root volume studies, two tests were conducted from January 5 to February 16 (Test 1) and from March 2 to April 12, 1984 (Test 2), respectively. Uniform, pre-germinated seeds of each genotypes were planted in PVC tube (10.2 cm inside diameter and 76.2 cm in length) which contained fritted clay as potting material. A total of 42 tubes in each experiment were arranged according to experimental design. Water was applied as in the root length test and the plants received 200 ml of modified Hoagland nutrient solutions twice weekly. Plants were harvested 42 days after planting (DAP) for root volume determination by water displacement. Root and shoot dry weight were then determined.

Analysis of variance of the data was accomplished with Microstat using the North Star Horizon computer located in the Department of Agronomy, Oklahoma State University.

Results and Discussion

1. Root Length Studies

Significant differences in the amount of taproot growth among genotypes were found in both tests except at 28 and 30 DAP (days after planting) in Test 1 (Table 1) and 5 and 33 DAP in Test 2 (Table 2). Peanut genotypes with different growth habits (virginia vs spanish) also showed significant differences in amount of taproot growth at most growth stages (Table 1).

Table 1. Root length (cm) of peanut genotypes at consecutive days after planting (DAP) (Test 1)

DAP	Florunner	OK-FH-13	OK-FH-14	Comet	Pronto	Spanhoma
5	7.5 a+	1.6 c	5.0 b	5.3 b	6.7 ab	1.7 c
7	6.9 a	2.6 c	4.7 b	6.1 a	6.4 a	2.6 c
9	8.8 a	4.7 d	6.7 bc	8.0 ab	8.2 a	5.2 cd
12	15.1 a	10.4 c	13.4 ab	13.1 ab	13.1 ab	11.3 bc
14	9.4 ab	7.4 cd	9.7 a	8.1 bcd	8.7 abc	7.1 b
16	10.1 a	9.1 ab	10.2 a	8.4 b	8.8 b	7.8 b
19	16.1 a	13.2 bc	14.7 ab	13.1 bc	13.8 bc	12.2 c
21	10.0 a	10.2 a	9.1 ab	8.5 b	8.5 b	8.4 b
23	10.5 a	9.7 ab	9.7 ab	8.5 bc	8.4 c	8.0 c
26	16.4 a	17.2 a	16.1 ab	13.6 bc	14.5 abc	13.1 c
28	10.5 a	11.7 a	10.7 a	9.3 a	9.9 a	9.9 a
30	9.5 a	9.9 a	9.9 a	8.7 a	9.3 a	9.4 a
33	13.0 ab	14.2 a	12.7 abc	11.1 bc	12.3 abc	10.8 c
35	8.1 ab	8.7 a	8.3 a	6.7 c	6.9 bc	7.3 abc
37	9.2 ab	9.7 ab	10.2 a	8.1 b	8.4 b	8.2 b

+Mean valuens with the same letter within rows were not significantly different ($P<0.05$) according to Duncan's Mutiple Range Test (DMRT).

Significant differences in root growth rate were also found between botanical types. Rates of root growth (in length) was higher for virginia type than for spanish type (except 5 to 9 DAP in Test 1; 5 DAP and 33 to 37 DAP in Test 2) . Within each botanical type, Florunner and Pronto had the highest taproot growth rate. Examination of the data on taproot growth rates at different peanut growth stages (2 to 5 week after planting) showed significant differences among genotypes (Table 3). Significant interaction effects between genotypes and growth stages in growth rate were also found in Test 1, but not in Test 2. The relationship between growth rate and growth stages (DAP) best fit a quadratic polynomial ($y=2.56+1.72x-0.322x^2$, $r=-0.614^{**}$ in Test 1; $y=3.10+1.12x-0.193x^2$, $r=0.584^{**}$ in Test 2). The data showed that all peanut genotypes had maximum taproot growth rates between 21 to 28

Table 2. Root length (cm) of peanut genotypes at consecutive days after planting (DAP) (Test 2) .

DAP	Florunner	OK-FH-13	OK-FH-14	Comet	Pronto	Spanhoma
5	6.6 a+	9.5 a	11.6 a	9.9 a	8.2 a	8.1 a
7	8.3 b	9.7 a	9.6 a	8.0 b	7.9 b	7.8 b
9	8.9 abc	9.7 ab	9.9 ab	8.0 bc	7.5 c	8.0 bc
12	12.7 a	13.4 a	13.5 a	9.7 b	10.5 b	10.3 b
14	8.7 ab	8.9 a	9.1 a	7.4 b	7.9 ab	7.8 ab
16	7.8 bc	8.8 ab	9.1 a	7.0 c	7.6 c	7.5 c
19	13.4 b	14.5 a	14.7 a	11.7 c	12.6 bc	12.6 bc
21	9.7 b	10.7 a	10.7 a	8.8 c	9.1 bc	9.0 bc
23	9.5 b	11.2 a	10.8 ab	9.0 b	8.8 b	9.2 b
26	14.6 bc	16.0 a	15.4 ab	13.6 c	14.2 bc	13.5 a
28	9.8 b	10.9 a	11.1 a	9.4 b	9.9 b	9.6 b
30	8.9 c	10.1 ab	10.5 a	9.0 c	9.0 c	9.4 bc
33	12.3 a	12.6 a	12.7 a	12.7 a	12.2 a	11.7 a
35	9.2 a	9.9 a	9.7 a	9.1 a	9.3 a	9.2 a
37	7.5 a	8.7 a	9.0 a	8.2 a	8.1 a	8.5 a

+ Mean values with the same letter withnin rows were not significantly different ($P<0.05$) according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

DAP. The average taproot growth rates ranged from 7.57 to 4.61 cm/day depending on genotype. Virginia types had higher growth rates than spanish at 21 to 28 DAP. At this period, OK-FH-13 had the highest taproot growth rate of 5.5 and 5.4 cm/day in Test 1 and Test 2, respectively. Taproot growth rates increased with DAP until 21 to 28 DAP.

Table 3. The taproot growth rate (cm/day) of peanut genotypes at various periods.

DAP	Florunner	OK-FH-13	OK-FH-14	Comet	Pronto	Spanhoma
			Test 1			
8—14	4.8 a x+	3.2 c y	4.2 b x	4.2 a x	4.3 a x	3.4 b y
15—21	5.2 a x	4.6 b xyz	4.9 ab xy	4.3 a yz	4.5 a yz	4.1 ab z
22—28	5.4 a xy	5.5 a y	5.2 a xy	4.5 a y	4.7 a xy	4.4 a y
29—35	4.4 b x	4.8 b y	4.4 b x	3.8 a x	4.1 b x	3.9 ab x
			Test 2			
8—14	4.3 b xy	4.6 b x	4.7 b x	3.8 b z	3.7 b yz	3.7 b yz
15—21	4.4 ab y	4.9 ab x	4.9 ab x	3.9 b z	4.2 b yz	4.2 b yz
22—28	4.9 a y	5.4 a x	5.3 a x	4.6 a y	4.7 a y	4.6 a y
29—35	4.3 b x	4.7 b x	4.7 b x	4.4 a x	4.4 ab x	4.3 a x

+ Mean values with the same letters (a, b, c within columns; x, y, z within rows) in the same test indicated no significant difference ($P<0.05$) according to DMRT.

According to Kramer (1983) and Kaspar et al. (1984), root growth rate is an important factor related to drought resistance. Taproot growth rate determined soybean rooting depth, and a soybean genotypes with a dominant, rapidly elongating taproot will have a deeper root system and better water availability than a genotype with a week, slow-growing taproot . However, they did not point out that genotypes differ in taproot growth rate at different growth stages, which may be important in avoiding water deficit under drought conditions. Robertson et al. (1980) showed that peanut root growth progressed at rates of 2.2 to 2.8 cm/day in a sandy soil and had a lag until 30 days. In this study, higher growth rates, no lag in growth but relatively slower growth at later stages indicates the root growth potential of the genotypes.

Root number is also important in water absorption, especially under drought conditions[4,9]. Genotypic differences in number of downward-growing lateral branches of roots at the 30 and 120 cm depth in Test 1, and at 30 cm depth in Test 2 were found

Table 4. Root number of peanut genotypes at different depths of soil profile

Depth	Florunner	OK-FH-13	OK-FH-14	Comet	Pronto	Spanhoma
			Test 1			
30 cm	8.3 a+	6.3 a	7.0 a	2.3 b	2.5 b	7.5 a
60 cm	6.0 a	4.5 a	4.5 a	2.5 a	2.3 a	4.5 a
90 cm	5.5 a	4.0 a	4.3 a	2.0 a	1.8 a	3.3 a
120 cm	3.0 a	2.5 abc	3.5 a	1.0 c	0.8 c	1.3 bc
150 cm	1.3 a	0.25 a	1.3 a	0.3 a	0.5 a	0.5 a
			Test 2			
30 cm	3.3 c	4.7 bc	3.0 c	5.3 bc	11.0 a	9.3 ab
60 cm	2.3 a	2.3 a	2.0 a	3.0 a	4.0 a	1.8 a
90 cm	1.3 a	1.3 a	1.5 a	1.5 a	2.3 a	1.0 a
120 cm	1.3 a	1.0 a	1.2 a	1.0 a	1.7 a	1.0 a
150 cm	1.0 a	1.0 a	1.0 a	1.0 a	1.0 a	1.0 a

+Mean values with the same letter within rows in the same test were not significantly different ($P<0.05$) according to DMRT.

(Table 4). In Test 1, virginia genotypes had more root numbers (1.9 to 3.1) in the 120 cm profile than spanish genotypes. Pronto and Comet had the lowest root number at 30 and 120 cm depths. In Test 2, the opposite results occurred. Spanish type had significantly higher root numbers (over 4.9) than virginia types at 30 cm, but not at lower

depths. These results may be due to environmental effects because Test 1 and Test 2 were held in different seasons, one was in early summer, the other in late winter. Different light intensity and photoperiod may alter shoot growth, which may affect root growth and development because of shoot-root relationships. According to Kramer (1983), root growth depends on the supply of photosynthates from the shoots. Shading and reduction in leaf area will usually reduce root growth. Also, Ketring et al. (1982) mentioned that different photoperiod requirements for shoot growth and for partitioning photosynthates might affect root and shoot growth. Based on their assumptions, the above results might be due to different photoperiod and different responses between these two botanical types to photoperiod, which affected shoot growth and hence altered root growth. However, the results of Test 1 are probably most representative since the environmental conditions were nearest those to which peanuts are adapted.

Another parameter of root growth is root length density, which is defined as the total root length in cm/cm^3 of of soil. Significant differences in root length density among genotypes were found at 60 through 120 cm in Test 1, but not in Test 2 (Table 5). The lowest root length density was found for Pronto and Comet. Virginia types

Table 5. The Root length density (cm/cm^3) of peanut genotypes at different depths of soil profile.

Depth	Florunner	OK-FH-13	OK-FH-14	Comet	Pronto	Spanhoma
			Test 1			
30 cm	.30 +	.24 a	.25 a	.14 a	.09 a	.27 a
60 cm	.34 a	.25 ab	.23 ab	.11 b	.11 b	.29 a
90 cm	.29 a	.23 ab	.18 abc	.11 bc	.10 c	.18 abc
120 cm	.21 a	.13 bc	.16 ab	.05 c	.04 c	.07 bc
150 cm	.07 a	.01 a	.07 a	.01 a	.01 a	.02 a
			Test 2			
30 cm	.08 a	.12 a	.08 a	.11 a	.17 a	.13 a
60 cm	.07 a	.08 a	.08 a	.07 a	.11 a	.06 a
90 cm	.06 a	.06 a	.06 a	.06 a	.09 a	.05 a
120 cm	.05 a	.05 a	.05 a	.04 a	.04 a	.04 a
150 cm	.05 a	.05 a	.05 a	.04 a	.04.	.04 a

+ Mean values with the same letter within rows in the same test were not significantly different ($P<0.05$) according to DMRT.

had 0.09 to 0.11 cm/cm^3 higher root length density in the 120 cm profile than spanish types. Higher root length densities found by Robertson et al. (1980) and Pandey et al. (1984) occurred under field conditions with longer growth duration. Rooting depths to 120 cm have been observed for peanut under field conditions by Robertson et al. (1980). Final taproot length at 39 DAP was different among genotypes and also between botanical types in both tests (Table 6). Virginia types had 13.1 and 19.3 cm longer taproot length than spanish types in Test 1 and Test 2, respectively. Statistically, Florunner, OK-FH-14, and Pronto had the longest taproot in Test 1 and Spanhoma had the shortest taproot in both tests. The selections OK-FH-13 and OK-FH-14 had the longest roots in Test 2 (Table 6). The taproot length of the selections was most similar to the Florunner parent. Florunner taproot length in Test 2 was less than expected from previous results (Ketring et al., 1982) and from the results in Test 1. There may have some planting date effect on taproot length, but this was not as notable as the effect on root length density (Table 5 and 6).

Table 6. Variations in taproot length and shoot dry weight of peanut genotypes.

Genotype	Test 1		Test 2	
	Taproot Length (cm)	Shoot Dry Weight (g)	Taproot Length (cm)	Shoot Dry Weight (g)
		Virginia Type		
Florunner	171.7 a+	7.62 abc	158.8 b	2.80 a
OK-FH-13	149.4 bc	4.94 d	173.5 a	3.03 a
OK-FH-14	162.8 ab	5.15 c	175.7 a	3.26 a
Mean	161.3 x	5.90 x	169.3 x	3.03 x
		Spanish Type		
Comet	150.2 bc	8.91 a	150.0 b	2.63 a
Pronto	158.6 ab	6.17 bcd	151.4 b	2.51 a
Spanhoma	135.8 c	7.95 ab	148.4 b	2.28 a
Mean	148.2 y	7.68 y	150.0 y	2.47 x

+ Mean values with the same letter within columns and tests indicated no significant difference($P<0.05$) according to DMRT.

Shoot-root relationships are complex because the shoot can affect root growth and vice versa [9]. In our tests, significant differences in shoot dry weight between botancial types and among genotypes were obtained in Test 1, but not in Test 2 (Table 6). Mean shoot dry weight of spanish was higher than virginia types. Florunner, Comet, and Spanhoma had more shoot weight while OK-FH-13 and OK-FH-14 had less shoot dry weight (Test 1, Table 6). Linear correlation coefficient between shoot dry weight and taproot length was significant ($r=0.943$) in Test 2, but not in Test 1. Results in Test 2 were consistent with those obtained by Ketring et al. (1982) who reported high correl-

ation between shoot dry weight and root length in experiment done during October and November.

2. Root Volume Study

No significant differences in root volume and root dry weight were found among genotypes and between botanical types for both tests. However, significant differences in shoot dry weight, total plant dry weight, and root/shoot ratio between types and among genotypes were obtained (Table 7 and 8). Virginia type peanuts tended to have higher shoot and total dry weight, but lower root/shoot ratios than spanish types. Within virginia types, no genotypic differences in these parameters were found. However, within spanish types, Pronto had the highest shoot and total dry weight, and root/shoot ratio in Test 1. This occurred for Comet in Test 2. The selections (OK-FH-13 and OK-FH-14) from the Spanhoma×Florunner cross were similar to the Florunner parent.

Table 7. Root volume (RV), dry weight (DW), shoot dry weight, total dry weight, and root/shoot ratio of peanut genotypes tested during January and February, 1984 (Test 1) .

Genotype	Root Vol. (cc)	Root DW (g)	Shoot DW (g)	R/S	Total DW (g)
		Virginia Type			
Florunner	12.8 a+	1.2 a	2.2 ab	.55 c	3.4 a
OK-FH-13	11.1 a	1.0 a	1.8 ab	.55 c	2.8 ab
OK-FH-114	12.7 a	1.2 a	2.3 a	.51 c	3.5 a
Mean	12.2 x	1.1 x	2.1 x	.54 x	3.2 x
		Spanish Type			
Comet	13.4 a	1.1 a	1.6 bc	.66 b	2.7 ab
Pronto	14.5 a	1.3 a	1.8 ab	.72 a	3.1 a
Spanhoma	8.9 a	0.8 a	1.1 c	.68 ab	1.9 b
Tamnut 74	14.6 a	1.2 a	1.7 abc	.68 ab	2.8 ab
Mean	12.9 x	1.1 x	1.6 y	.69 y	5.6 y

+ Mean values with the same letter within columns indicated no significant difference ($P<0.05$) according to DMRT.

In both tests, highly positive linear correlation coefficients were also found between root volume and root dry weight ($r=0.923$ and $r=0.884$), shoot dry weight ($r=0.766$ and $r=0.693$), and total dry weight ($r=0.843$ and $r=0.750$) (Table 9). Root dry weight also was positively correlated with shoot ($r=0.881$ and $r=0.920$) and total dry weight ($r=0.948$ and $r=0.959$). No significant linear correlation coefficients occurred between root/shoot ratio, root volume, and root dry weight except for root dry weight in Test 2. Similar trends in interrelation among these parameters obtained from the combined data were also found. Similar results were obtained by Ketring (1984) in his root stu-

Table 8. Root volume (RV), dry weight (DW), shoot dry weight, total dry weight, and root/shoot ratio of peanut genotypes tested during March and April, 1984 (Test 2)

Genotype	Root Vol. (cc)	Root DW (g)	Shoot DW (g)	R/S	Total DW (g)
			Virginia Type		
Florunner	12.7 a+	1.1 a	2.2 ab	.53 cd	3.3 ab
OK-FH-13	14.4 a	1.3 a	2.7 a	.49 d	4.1 a
OK-FH-14	14.7 a	1.3 a		.48 d	3.9 a
Mean	13.9 x	1.2 x	2.5 x	.50 x	3.8 x
			Spanish Type		
Comet	15.4 a	1.2 a	2.0 ab	.61 bc	3.2 ab
Pronto	12.1 a	1.0 a	1.4 b	.71 a	2.4 b
Spanhoma	11.1 a	1.0 a	1.6 b	.65 ab	2.5 b
Tamnut 74	11.8 a	1.0 a	1.5 b	.65 ab	2.5 ab
Mean	12.6 x	1.1 x	1.6 y	.66 y	2.7 y

+ Mean values with the same letter within columns indicated no significant difference ($P<0.05$) according to DMRT.

Table 9. Correlation matrix for root and shoot characteristics of peanut genotypes tested in 1984.

	Root Vol.	Root DW	Shoot DW	R/S
		Test 1		
Root DW	.923**			
Shoot DW	.766**	.881**		
R/S	.014	−.087	−.529**	
Total DW	.843**	.948**	.986**	−.387*
		Test 2		
Root DW	.844**			
Shoot DW	.693**	.920**		
R/S	−.187	.459*	−.737**	
Total DW	.750**	.959**	.993**	−.666**
		Combined Data		
Root DW	.884**			
Shoot DW	.722**	.893**		
R/S	−.110	−.297	−.666**	
Total DW	.791**	.949**	.989**	−.563**

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

dies. However, there were no differences in root volume and root dry weight among the genotypes selected for the present study.

References

1. Bhan, S. 1973. Suitable plant type of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) for arid zone. 2. Root development studies. Oilseeds J. 3 : 17-22.
2. Eissa, A. M., J. N. Jenkins, and C. E. Vaughan. 1983. Inheritance of seedling root length and relative root weight in cotton. Crop Sci. 23 : 1107-1111.
3. Hurd, E. A. 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. Agri. Meteorol. 14 : 39-55.
4. Jordan, W. R., and F. R. Miller. 1980. Genetic variability in sorghum root system: Implication for drought tolerance. pp. 383-399. In: N. C. Turner and P. J. Kramer (eds.) Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, NY.
5. Jordan, W. R., P. J. Shouse, C. E. Simpson, and O. D. Smith. 1983. Genetic diversity in root systems of peanuts. 15p. MP-1526. Texas Agri. Exp. Sta., Texas A&M, College Station, TX.
6. Kaspar, T. C., H. M. Taylor, and R. M. Shibles. 1984. Taproot-elongation rates of soybean cultivars in the greenhouse and their relation to field rooting depth. Crop Sci. 24; 916-920.
7. Ketring, D. L. 1984. Root diversity among peanut genotypes. Crop Sci. 24 : 229-232.
8. Ketring, D. L., W. R. Jordan, O. D. Smith, and C. E. Simpson. 1982. Genetic variability in root and shoot growth characteristics of peanut. Peanut Sci. 9 : 68-72.
9. Kramer, P. J. 1983. Water relations of plants. Academic Press, NY.
10. Pandey, P. K., W. A. T. Herrera, A. N. Villegas, and J. W. Pendleton. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. Agron. J. 76 : 557-569.
11. Quizenberry, J. E. 1982. Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. pp. 193-212. In: M. N. Christiansen and C. F. Lewis (eds.) Breeding plants for less favorable environments. John Wiley and Sons, NY.
12. Quizenberry, J. E., W. R. Jordan, B. A. Roark, and D. J. Fryrear. 1981. Exotic cottons as genetic sources for drought resistance. Crop Sci. 21 : 889-895.
13. Robertson, W. K., L. C. Hammond, J. T. Johnson, and K. F. Boote. 1980. Effects of plant-water stress on root distribution of corn, soybean, and peanuts in sandy soil. Agron. J. 72 : 548-550.
14. Steponkus, P. I., J. M. Cutler, and J. C. O'Toole. 1980. Adaptation to water stress in rice. pp. 401-418. In: N. C. Turner and P. J. Kramer (eds.) Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, NY.
15. Taylor, H. M. 1980. Modifying root systems of cotton and soybeans to increase water absorption. pp. 75-84. In: N. C. Turner and P. J. Kramer (eds.) Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, NY.
16. Taylor, H. M. 1983. Managing root systems for efficient water use: an overview. pp. 87-113. In: H. M. Taylor, W. R. Jordan, and T. R. Sinclar (eds.) Limitation to efficient water use in crop production. ASA-CSA-SSSA, Madison, WI.
17. Turner, N. C., and G. J. Burch. 1983. The role of water in plants. pp. 74-126. In: I. D. Teare and M. M. Peet (eds.). Crop-water relations. John Wiley and Sons, NY.

落花生品種根之生長特性[1]

黃明得[2] D.L. Ketring[3]

摘要

根之生長特性被認爲與作物之耐旱性有關。本試驗乃分別于1983及1984年于溫室中，探討落花生型及品種間根長、主根生長速率、根數、根長密度之差異，以及主根長度與地上部乾重之相關。此外，也探討根容積、根與地上部乾重，及根與地上部重量比之差異及其彼此間之相關。由結果知，品種間在主根生長速率、根數及在土表下30公分之根數有顯著之差異。落花生主根生長速率最高的時期在播後21～28天間，其中 Virginia 型之主根長度及生長速率皆大于 Spanish 型。主根長度與地上部乾重則僅在試驗二中有正相關關係。在根容積方面，Virginia 型之地上部及全株乾重較大，但根與地上部重量比則較 Spanish 型小。根容積與根、地上部及全株重等皆呈正相關，根重也與地上部及全株重呈正相關關係。然而，根容積及根重與根／地上部重量比間之相關，並不顯著。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1322 號。
2.本所農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉
3.美國農部植物生理學家及奧克拉荷馬州立大學副教授。

大、小粒型落花生品種之生長特性比較

I、春作之農藝性狀與乾物質生產[1]

張富洲　劉大江[2]

摘要：本試驗以大粒型落花生品種 Beni Bunch 與小粒型品種臺南選9號為材料，於74年春作在田間進行試驗，在落花生始花後每週取樣，測定株高、分枝之發生與增長、葉面積、莢果發育及植株各器官乾物質之累積與分配，以比較兩型落花生品種生長特性之差異。試驗結果顯示 Beni Bunch 品種單株之營養生長較為繁茂，但因栽培密度較低，最高葉面積指數（LAI）為5.25，乾物產量7.5mt/ha，均低於臺南選9號之 7.05與 8.2mt/ha；落花生於始花後3至7週之生長最快，大、小粒型品種之作物生長速率分別為172與 181 kg/ha/day 但隨後之速率顯著下降，為乾物質生產低落之主因。落花生植株葉片與莖在莢果與子粒分化形成後仍繼續生長，即營養與生殖器官間有競爭現象；始花後4至9週內生成之乾物質，分配至營養器官者占65—70%，為分配至莢果之兩倍；又在任何生育階段，營養器官乾重佔全株之比率均在65%以上，因而兩品種之收穫指數均僅為 0.3左右；乾物質分配效率低被認為是本省落花生產量低之另一主要因素。

落花生（*Arachis hypogaea* L.）為本省重要雜糧作物之一，每年之栽培面積均在五萬公頃左右；除澎湖地區外，本省主要栽培小粒型（即 Spanish type）品種，近年來因榨油用落花生需求量減少，而專供食用者增加，因此適合食用的大粒型（即 Virginia type）品種的重要性相對提高。

與世界部分地區比較，本省落花生之子粒產量偏低，就大粒型品種而言，更有剝實率低及子粒飽滿度欠佳等問題，以致子粒外觀皺縮，嚴重影響商品價值，農民之栽培意願亦因而降低。如何經由品種與栽培技術之改良以提高落花生之產量與品質，為近年來國內農業科技研究的重點之一，唯迄今之成果並不顯著。

落花生在光合作用機制的區分方面，屬於 C_3 型植物，但其淨光合作用速率高，超過幾乎所有其他的 C_3 型植物，且在光量高至 $1{,}400\mu Em^{-2}s^{-1}$ 時，仍未到達光飽合點（photosaturation point）(8)，因此應該具有極高之乾物質生產能力。但落花生在產量表現方面遜於部分 C_3 型禾穀科作物，除了根部固氮作用消耗多至30%之淨光合產物(11)外，植株乾物質的分配效率也是影響子粒產量的重要原因(6)。尤有甚者，落花生具有無限制型生長（indeterminate growth）的特性，營養器官與生殖器官有互相競爭乾物質與養分分配的可能(10)，亦為低產的重要影響因子。

以往國內針對落花生農藝與生理性狀的研究較少，因此對環境的作用及品種間的差異缺少詳細的瞭解，為求建立基礎資料以為進一步改進之參考與依據，本所作物生理研究室擬就系列試驗，探討品種之生長特性、對期作與栽培環境的反應、以及其他內在生理作用的表現；本報告以大、小粒型品種為材料，探討落花生全生育期間營養生長特性及乾物質之累積與分配的形式，比較品種間的差異，及

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1323 號。本試驗部份取樣與調查工作承魏夢麗、張美華與許素小姐協助，謹致謝意。

2.本所農藝系助理與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

分析與子粒產量間的可能關係。

材料與方法

試驗採用大粒型 Beni Bunch 及小粒型臺南選9號 (Tainan S. 9) 品種爲材料，於民國74年春作在臺中縣霧峰鄉本所農場進行。播種期爲1月31日，播種時每穴二粒種子，不間拔，行株距大粒型品種爲 40×15cm，小粒型品種爲 40×10cm，每小區10行，行長 4.5m ，採用逢機完全區集設計，重複6次，但僅自5個重複內進行取樣與分析 。田間肥料用量爲每公頃硫酸錏 120kg 、過磷酸鈣 300kg、氯化鉀 150kg ，均以基肥一次施用。生育期間進行中耕除草及培土一次，其他田間管理依一般慣行栽培法進行。

自落花生始花後約一週，即4月19日起每週取樣一次，每次自每小區逢機選取連續生長之10株爲樣品，將植株區分爲葉片、莖桿（含葉柄）及根部；子房柄（Peg）依據 Wilkerson *et al.*[12] 之標準區分爲 P_1（氣生子房柄）、P_2（子房柄伸入土中）、P_3（子房柄尖端略爲膨大）及P_4（子房柄完全膨大成果實）等發育階段，並計算數目。自種子形成後將莢果區分爲莢果壁與種子。每次取樣均測定分枝數、分枝長度、葉面積與植株各部位之乾物重。

測定葉面積時係將每一小葉自葉枕處摘下，擦拭後以 LI-3000 型葉面積儀（LI-COR Co., U. S.A.）測定；植株各部位之乾物重係於送風乾燥機中以 80°C 烘乾48小時後秤量，經由葉片乾重與面積資料，可計算比葉重（specific leaf weight, SLW），由莢果壁與種子乾重則可計算剝實率，以種子與莢果總乾重之比值（seed/pod ratio）表示之。

落花生成熟時，自每小區選取二行收穫，每行收穫連續 1m 長度內之植株，脫莢後以日曬充分乾燥，秤量莢果與子粒重，並換算爲公頃產量。

結　果

試驗進行期間（74年1至7月）之氣象資料列於表1，落花生生育初期逢低溫，2月份多雨，日射量亦低，故生育緩慢，遲至4月10日以後始進入始花期；4月以後溫度升高，植株生長快速，但6月份爲梅雨季節，日照時數與日射量偏低，可能影響子粒充實。小粒型品種臺南選9號於6月26日收穫，大粒型品種 Beni Bunch 較爲晚熟，於7月15日收穫，兩品種之生育期分別爲146與165日。

Table 1. Temperature, sunshine duration and day-length at Wufeng (Taichung) area from January to July, 1985[1]

Item	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July
Temperature (°C)							
Mean	16.2	18.4	18.5	22.0	26.7	27.0	28.2
Maximum	22.7	22.9	26.1	29.6	32.3	32.0	33.5
Minimum	10.3	15.1	15.3	17.7	22.7	23.5	24.3
Sunshine Duration (hr)	6.9	3.7	6.9	6.7	8.9	4.4	6.7
Day-length (hr)	10.8	11.4	12.0	12.7	13.3	13.6	13.5
Solar radiation (W/m²)	129	84	155	163	194	162	196

1. Temperature and sunshine duration data are from Agrometereological Bulletin of Central Weather Bureau, RCC; day-length data are from Taiwan Provincial Food Bureau; solar radiation data are from Taiwan Tobacco Research Institute.

在產量表現方面，品種間並無顯著差異（資料未列出），臺南選 9 號之莢果產量為 2,522 ± 400 kg/ha，Beni Bunch 為 2,379±255kg/ha，兩品種之子粒產量分別為1,799±321與 1,762±192kg/ha；估算剝實率（shelling rate），臺南選 9 號為 71.2±1.5%，Beni Bunch 為 74.1±3.9%，差異雖未達顯著水準，大粒型品種反有偏高之傾向，唯其子粒仍有不同程度之皺縮，飽滿度不及小粒型品種之均一與理想。

Beni Bunch 之營養生長較臺南選 9 號茂盛，其一次分枝數可高達 6～7 個，二次分枝為 8～10 個，臺南選 9 號則僅具有 4 個一次分枝，並無二次分枝之發生。落花生植株全生育期分枝長度的變化具有一定的趨向，即主莖與一次分枝的長度相近，且各分枝自發生後，長度持續增加，至生育末期為止（圖 1）。臺南選 9 號之主莖及 4 個一次分枝之長度自始花後即迅速增加，直到收穫前 3 週（始花後 9 週）漸趨緩慢，其平均高度為 61cm，變域為 52—68cm，以主莖最長，晚生之一次分枝最短。Beni Bunch 主莖之平均長度為 61cm，一次分枝中較長 4 個的平均高度為 67cm，變域為 56—77cm，亦均自始花後 3 週開始迅速增長，9 週後趨於緩慢；大粒型品種並自始花後第 3 週開始增生二次分枝，7～8 週時數目高達 8～10個，取 4 個最長二次分枝之平均，最終高度為 40cm，變域在26—50 cm之間（圖 1）。

兩個品種葉面積指數（LAI）的變化示於圖 2，LAI 均自始花後 1 週開始調查後快速升高，臺南選 9 號之 LAI 於始花後第 9 週最高，為7.04，其後急劇下降，但收穫時

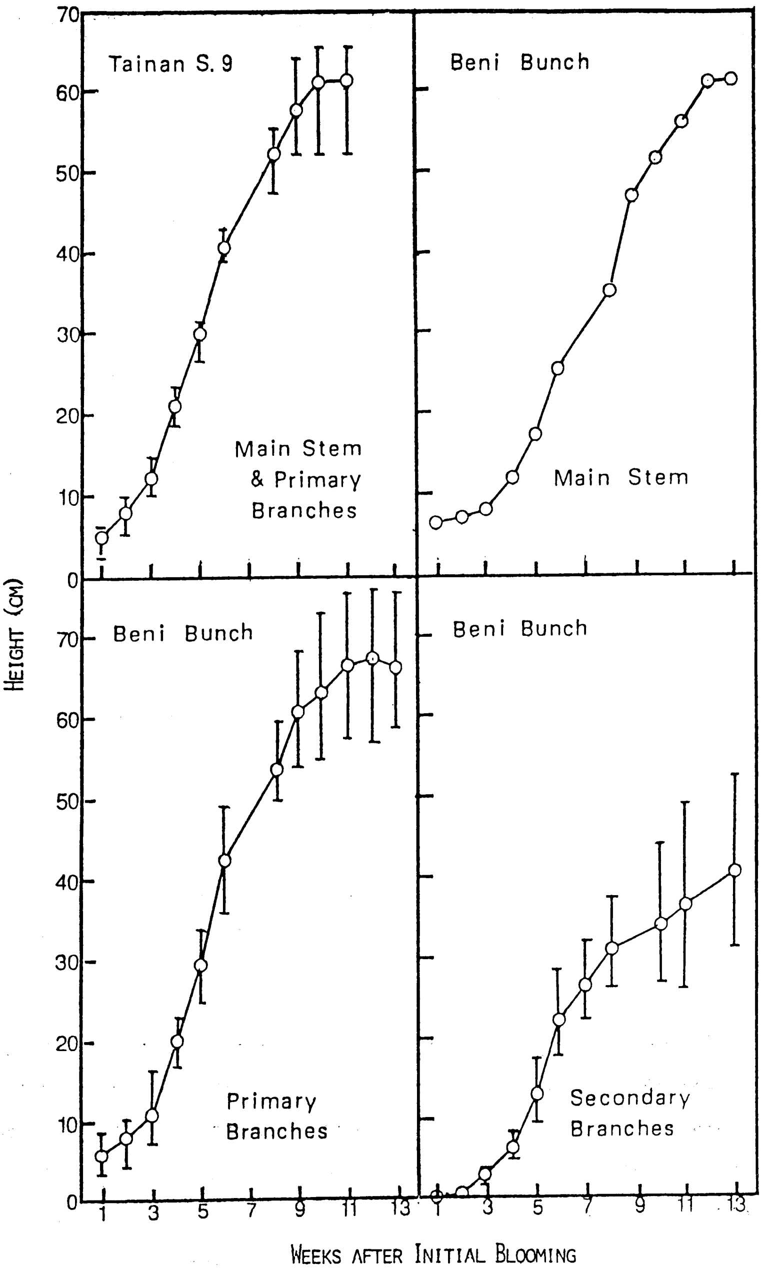


Fig. 1. Height increase of developing main stems and branches of peanut variety Tainan S. 9 and Beni Bunch grown in the spring crop of 1985. Bars indicate ranges of variation.

之 LAI 仍高達5.21。Beni Bunch 之單株葉面積雖較臺南選9號爲大，但因栽植密度低，其最高 LAI (5.25，於始花後第8週測得) 仍低於臺南選9號，且隨後之下降亦較明顯，收穫時之 LAI 僅爲2.27。

在始花後第6週以前，Beni Bunch 品種之比葉重 (SLW) 顯著高於臺南選9號 (圖2)，亦即具有較厚的葉片，最高值爲始花後第3週之 5.55mg/cm²，其後逐漸下降，第7～10週時最低，約爲 4mg/cm²，收穫前又明顯上升至 4.75mg/cm²。臺南選9號始花後之比葉重介於 4.5—4.7mg/cm²之間，亦於第3週起下降，隨後雖有升高的趨向，但變化不大，均在4.0—4.5mg/cm²之間。

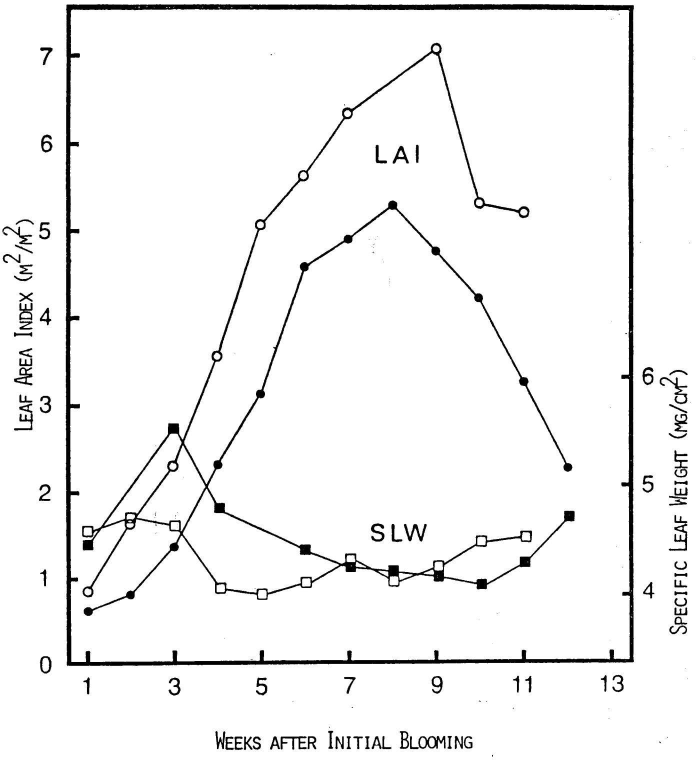


Fig. 2. Changes in leaf area index and specific leaf weight of developing peanut plants (Spring crop, 1985). Open symbols: Tainan S. 9; solid symbols: Beni Bunch.

植株各器官乾物重的變化示於圖3。在始花後第7週以前，兩品種葉片與莖桿之乾物重持續增加，且重量相近，但大粒型品種 Beni Bunch 之乾物質累積速率略高於小粒型品種臺南選9號，亦即具有較高的葉片與莖稈乾重。葉片乾重於第8～9週後連續下降，降幅亦以 Beni Bunch 品種爲大，而莖稈乾重在收穫前雖一度下降，大致仍維持繼續上升的趨勢。子房柄與莢果之乾物重於始花後第4週開始取樣測定起即連續增加，至成熟收穫時爲止，收穫時大、小粒型品種每株莢果重分別爲 9.7 與 7.2g。在全株總乾重之增加方面，約在收穫前2～3週停止，記錄所得之最高乾重爲臺南選9號 24.3g/plant，Beni Bunch 29.6g/plant，換算爲公頃乾物產量，分別爲 8.2與7.5mt (均經缺株校正)。

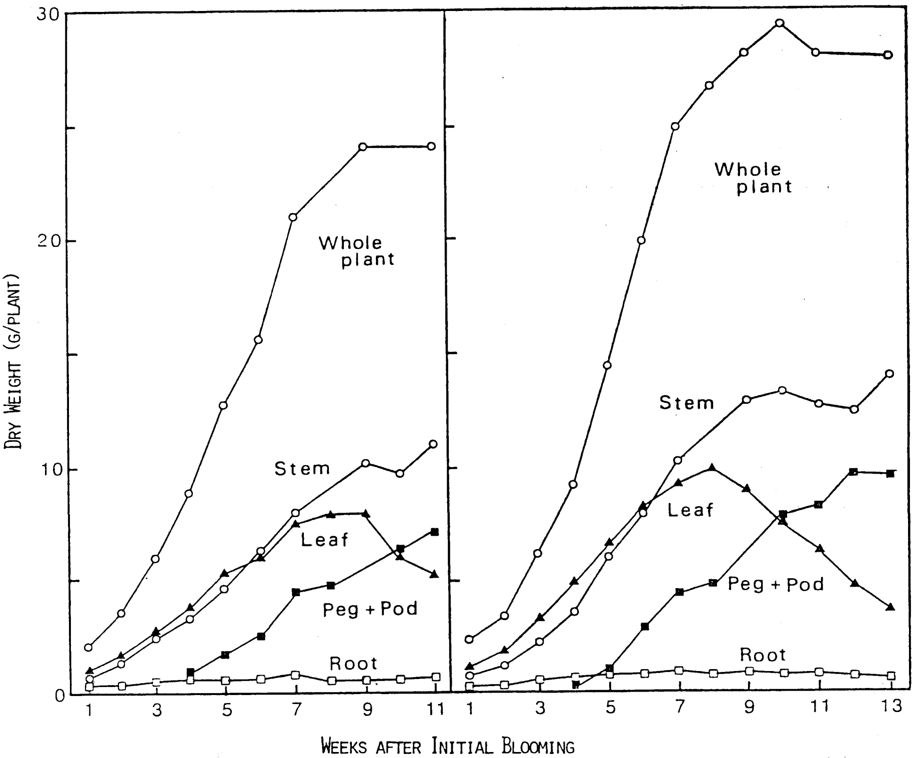


Fig. 3. Accumulation of dry matter by different plant fractions of two peanut varieties.

落花生生育期間植株各器官乾重占全株乾重之百分比亦有明顯的變化（圖4），一般而言，葉片所占之比率大幅下降，莖桿小幅上升，而莢果則顯著提高。Beni Bunch 在始花後第4週以前，葉片乾重佔全株乾重之52～54%，第8週葉重最高（10.1g/plant）時佔37%；臺南選9號在始花後葉片

Table 2. Partition of the increased dry weight during pod development among different plant fractions of developing peanut plants

Variety	Weeks after Initial Blooming	Dry Weight (g/plant)			
		Leaf	Stem	Peg+Pod	Total
Tainan S. 9	4—6	2.32(34.2)[1]	2.86(42.2)	1.56(23.0)	6.78(100.0)
	6—9	1.86(21.1)	4.10(46.5)	2.85(32.3)	8.81(100.0)
	9—11	−2.72	0.82	1.66	
Beni Bunch	4—6	3.42(32.5)	4.40(41.8)	2.64(25.1)	10.52(100.0)
	6—9	0.70(8.4)	5.02(60.4)	2.48(29.8)	8.31(100.0)
	9—13	−5.32	1.08	4.31	

1. Numbers in parentheses are percentages relative to total increased dry weight. Sum of percentages from leaf, stem and peg plus pod may not be exactly 100 as changes in root dry weight are not included. Percentages are not calculated between 9 and 11 (13) weeks after initial blooming because abscission of leaves occurred during this period.

乾重爲全株乾重之48%左右，但自第 2 週後即開始下降，第 9 週葉重最高（8.0g/plant）時爲全株之33%，顯示葉片之相對生長量低於 Beni Bunch 品種。兩品種莖桿乾重佔全株之比率，自始花初期之34～37%逐漸上升至收穫期之45%左右，爲構成植株乾重之最主要成分。合計植株所有營養器官（含根部）乾物重佔全株之比率，雖隨植株之發育而遞減，至收穫時仍高達70%左右。子房柄與莢果乾重因持續而快速增加，對全株乾重之百分比亦因而升高，品種間比較結果顯示，始花後第 9 週以前雖以臺南選 9 號之比率較高，但收穫時則不如 Beni Bunch 品種；若以莢果產量爲基礎計算收穫指數（harvest index），臺南選 9 號爲0.30，Beni Bunch 爲0.34，若以子粒產量計算，兩品種分別爲0.22與0.25。

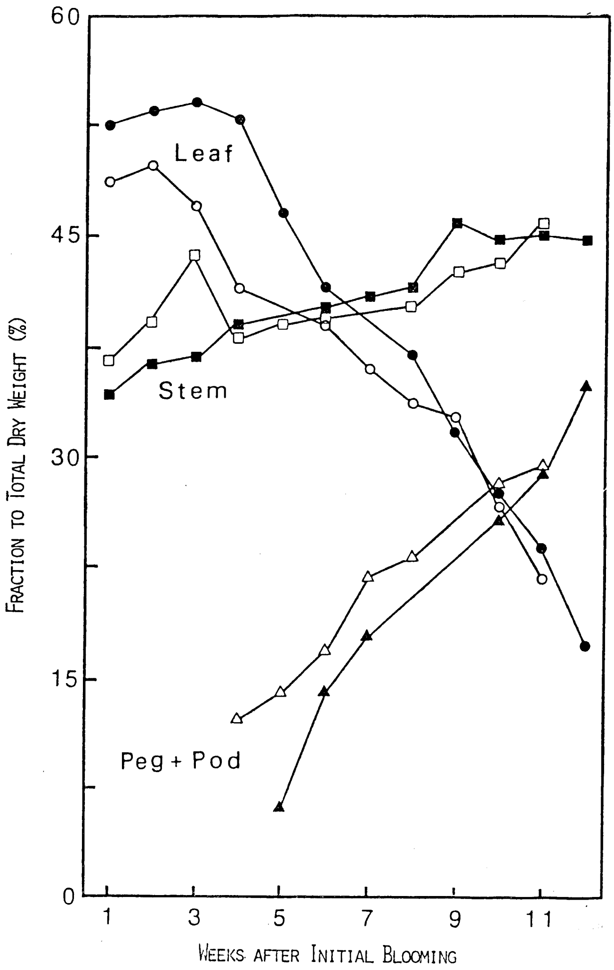


Fig. 4. Contribution by different plant fractions to total plant dry weight of two developing peanut varieties. Open symbols: Tainan S. 9; solid symbols: Beni Bunch.

由表 2 更可看出莢果開始發育以後，植株各器官乾物質的增減量及其相對百分比。始花後第 4 至 6 週，臺南選 9 號品種每株乾重增加 6.78g，但分配至葉片與莖桿者佔34.2與42.2%，分配至莢果者僅爲23.0%，始花後 6～10週之乾重增加爲8.81g，分配至莢果之比率雖增高爲 32.3%，但仍遠遜於葉片（21.1%）與莖桿（46.5%）之總和。Beni Bunch 品種之表現亦相似，始花後第 4～6 週間每株所增加之乾物量（10.52g）中，僅有25.1%分配至莢果，不及葉片（32.5%）與莖稈（41.8%）之增加；始花後第 6～9 週之間，由於已有葉片老化脫落發生（圖 2），故其乾重增加比率（8.4%）有被低估之可能，反之，莖稈（60.4%）與莢果（29.8%）比率則被高估，亦即此一時期植株乾物質分配至莢果之效率更低。

由於落花生花期甚長，子房柄不斷生成，且並非所有的子房柄均可形成莢果，本試驗亦調查子房柄與莢果數目的變化（圖 5）。臺南選 9 號氣生子房柄（P_1）的數目很少，始終維持在每株2.6個以下，伸入土中之子房柄（P_2）數目雖較多，每株亦在 3.8個以下；尖端膨大之子房柄（P_3）與充實之莢果（P_4）數目則不斷增多，P_3 於始花後第 9 週達到高峰（每株9.5個），成熟時爲每株5.4個；每株之 P_4 莢果數目在始花後第 7 週即增至7.8個，收穫時爲10.5個。Beni Bunch 之表現則迥然不同，始花後 P_1 與 P_2 數目明顯增加，至第 7～9 週（P_1 與 P_2 分別爲8.9與11.2個）以後方才快速減少；P_3 之增加最爲明顯，第 8 週時高達每株13.9個，其後維持於10～13個之間，直至收穫期爲止；P_4之增加速率較爲緩慢，最高值爲10週之10.3個，但成熟期之記錄僅爲7.7個，P_4 數目降低除歸因於取樣差異外，田間損失亦爲可能之主要原因。由表 3 可知成熟時臺南選 9 號子房柄與莢果數（每株

18.9個）遠低於 Beni Bunch 品種（26.3個），但其分配效率較佳，P_4 之數目爲10.5個，佔總數之55.5%，而 Beni Bunch 則僅爲29.2%，後一數值雖可能因取樣誤差或田間損失而低估，但仍可確定 Beni Bunch 產生新生子房柄（P_1）的時期較長，數目亦多，發育較不一致，且 P_4 所佔的比率較低。

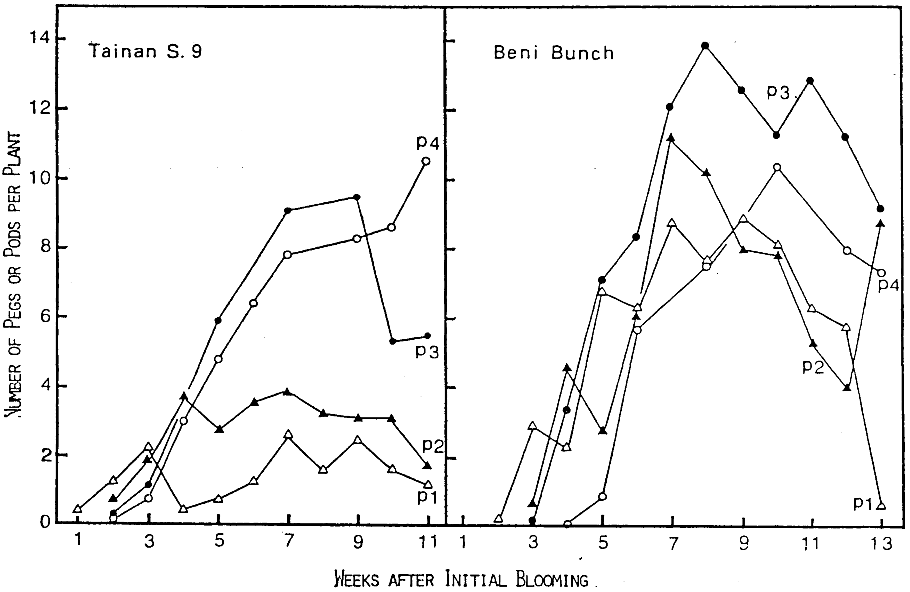


Fig. 5. Changes in number of pegs and pods at different developmental stages during the growth course of two peanut varieties. P1: aerial pegs; P2: pegs that have entered the ground; P3: pods that are slightly swollen; P4: pods that are fully expanded.

Table 3. Peg number per plant of two peanut varieties at maturity

Variety	Developmental Stage				
	Peg 1	Peg 2	Peg 3	Peg 4	Total
Tainan S. 9	1.2(6.4)[1]	1.7(9.0)	5.5(29.1)	10.5(55.5)	18.9(100)
Beni Bunch	0.6(2.3)	8.8(33.5)	9.2(35.0)	7.7(29.2)	26.3(100)

[1] Numhers in parentheses are percentages relative to total.

討　論

小粒型落花生品種臺南選9號每株乾物重雖較大粒型品種 Beni Bunch 爲低（圖3），但因其行株距較小，公頃株數多，故單位面積之乾物質生產量較高；經調查田間實際株數並予校正後，臺南選9號公頃乾物重最高爲 8.2t，Beni Bunch 爲 7.9t；Duncan *et al.* [6] 調查4個大粒型品種之乾物產量，爲 10.6—11.2t/ha，1個小粒型品種爲 9.5t/ha，均較本試驗之結果爲高，此項差異應爲品種與栽培環境之影響所致。

落花生具有極高的淨光合作用速率 [3,8]，理應有較高的乾物質生產量，但本試驗並未獲致預期結果。探討落花生植株之內在因素，葉面積形成應無不足之慮；一般認爲落花生葉面積指數（LAI）爲3～4時即可完全覆蓋田區土面，充份吸收光能，LAI 繼續增高對作物生長並無助益 [2,6,9]；本試驗

中臺南選 9 號最高 LAI 可達7.05，Beni Bunch 可達5.25，是否因葉片生長過度繁茂，反而影響乾物質生產，爲一可資探討的問題。依據本研究室未發表之資料，當臺南選 9 號品種株高爲 40cm，LAI 爲 7 時，距離植株頂端 10cm 植株內層之日射量僅爲頂端之 5 %，顯示遮光情形嚴重，應有可能導致光合作用速率之降低。

臺南選 9 號與 Beni Bunch之乾物質生產量雖未臻理想，在直線生長期（始花後第 3 至 7 週）之作物生長速率（crop growth rate, CGR）仍達到182與 171 kg/ha/day，與Duncan *et al*.（1978）針對 5 個落花生品種估算所得之平均值 191 kg/ha/day 相近，顯示本省栽培之落花生仍可具有高生長速率；但在始花後第 7 ～ 9 週，臺南選 9 號之 CGR 降爲 80kg/ha/day，第 7 ～10週之間，Beni Bunch 之 CGR 更低至 54kg/ha/day，由於生育中、後期生長速率減緩，以致乾物質生產量未能繼續快速增加。

植物分配乾物質的方式與效率是影響產量的重要原因。落花生因具有無限型生長（indeterminate growth）的特性，在莢果與子粒開始發育與充實後，營養器官仍繼續生長，尤以大粒型品種莖部之表現最爲明顯（圖 3），致使營養器官佔全株乾重之比率均在70%以上（圖 4）；由表 2 之資料分析更可證明子粒充實期間新合成乾物質分配至葉片與莖稈者，介於60～70%之間，而供應至莢果者則在30%以下。Duncan *et al*.[6] 即曾明確指出，當落花生品種之作物生長速率相似時，影響產量最主要的原因即在乾物質分配效率的差異，而改良型品種又常具有較高的分配效率。

大、小粒型落花生品種農藝性狀方面另一項明顯差異爲子房柄的發生時期與數目，大粒型品種 Beni Bunch 的花期較長，花數亦多（資料未列出），故其子房柄數目高，延續的時間長，在始花後 5 至12週之間，每次取樣調查均可記錄每株 6 個以上之氣生子房柄（P_1）與 4 ～11個初入土中的子房柄（P_3），同一時期臺南選 9 號之 P_1 與 P_2 數目僅爲 1 至 3 個與 4 個以下（圖 5），明顯的具有品種間差異，與 Ketring[7] 之試驗結果相似。但是子房柄數目高並不一定生成較多的莢果數，或具有較高的產量[7]，收穫時 Beni Bunch 之子房柄與莢果總數雖高達每株26.3個，而有效莢果僅占29.2%，與臺南選 9 號品種每株18.9個與55.5%的有效百分率相去甚遠。一般認爲 Virginia 型之大粒品種具有較高的產量潛能[3]，但本試驗中 Beni Bunch 品種未充份發育之子房柄與莢果數目甚多，是否可能因具積儲（sink）作用而降低乾物質分配效率，進而影響產量表現與種子充實度，爲一值得注意的問題；Cahaner and Ashri[4] 即曾建議，如能育成具有有限型生長的品種，使莢果在短時間內一起成熟，必可大幅提高落花生之產量。

雖然大粒型落花生具有高產能力，但在國內栽培，其產量常遜於小粒型品種[1]；原因尙未明瞭。本試驗之大、小粒型品種間莢果與子粒產量並無差異，但以莢果產量 2.4 mt/ha，子粒產量1.7 mt/ha 而言，仍較國外的報告爲低[5,12]。

本試驗之執行方法尙不能提出直接證據，證明子粒充實期間葉片光合成產物是否可充份供應子粒或全株發育的需要，但經由莢果充實期間莖桿內非構造性碳水化合物（TNC）含量增加 2.5～3.5倍，而根部與子粒 TNC 濃度急劇降低（未發表資料），以及較低的產量與收穫指數觀之，很可能本省栽培落花生之碳素供需關係（carbon budget）並不處於充份或平衡狀態，此一現象固爲淨光合成作用不高與器官間競爭乾物質（即低分配效率）之結果，但其肇因爲何，以及環境與栽培條件的影響如何，均爲極待探討的重要課題。

引用文獻

1. 陳墀成、黃明得 1982. 新引進大粒型落花生品種比較試驗，雜糧簡報第23輯：52—54。

2. Boote, K. J., J. W. Jones, G. H. Smerage, C. S. Barfield, and R. D. Berger. 1980. Photosynthesis of peanut canopies as affected by leafspot and artificial defoliation. Agron. J. 72 : 247-252.

3. Branch, W. D., and J. E. Pallas, Jr. 1984. Heterosis of apparent photosynthesis rate in *Arachis*

hypogaea L. Peanut Science 11 : 56–57.

4. Cahaner, A., and A. Ashri. 1974. Vegetative and reproductive development of Virginia-type peanut varieties in different stand densities. Crop Sci. 14 : 412–416.
5. Court, W. A., R. C. Coy, and J. G. Hendel. 1984. Effect of harvest date on agronomic and chemical characteristics of Ontario peanuts. Can. J. Plant Sci. 64 : 521–528.
6. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw, and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18 : 1015–1020.
7. Ketring, D. L. 1984. Temperature effects on vegetative and reproductive development of peanut. Crop Sci. 24 : 877–882.
8. Pallas, Jr., J. E. 1982. Photosynthetic traits of selected peanut genotypes. Peanut Science 9 : 14–17.
9. Santos, R. B., and B. G. Sutton. 1982. Effect of defoliation on Virginia bunch peanuts at Camden, N.S.W. Aust. J. Agric. Res. 33 : 1037–1048.
10. Santos, R. B., and B. G. Sutton. 1983. Effect of defoliation on reproductive development of the peanut. Aust. J. Agric. Res. 34 : 527–535.
11. Schubert, K., and G. Ryle. 1980. The energy requirements of nodulated legumes. *In* p. 85, Advances in legume science (R. S. Summerfield and A. H. Bunting, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, England.
12. Wilkerson, G. G., J. W. Jones, and S. L. Poe. 1984. Effect of defoliation on peanut plant growth. Crop Sce. 24 : 526–531.

Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size.

I. Agronomic Characters and Dry Matter Production in the Spring Crop Season[1]

Fu-Chou Chang and Dah-Jiang Liu[2]

Two peanut varieties, Tainan S. 9 (Spanish type) and Beni Bunch (Virginia type), were used as materials for field experiments in the spring crop season of 1985. Periodical samplings were made after initial blooming to determine plant height, leaf area, pod development and dry matter accumulation and distribution. Experimental results showed that single-plant growth was more vigorous for Beni Bunch. However, owing to its lower population density, LAI and dry matter production per hectare were lower than those of Tainan S. 9. Linear growth was recorded between 3 and 7 weeks after initial blooming for both varieties. Crop growth rate (CGR) during this period were 181 and 172 kg/ha/day, respectively, for Tainan S. 9 and Beni Bunch. Rapid decline in CGR thereafter was suggested as the main reason of low biological yield. Leaf blade and stem continued to grow after the occurrence and development of pods, i.e., competition of dry matter between vegetative and reproduction organs might occur in peanut. Over 65% of dry matter produced between 4 and 9 weeks after initial blooming was distributed to vegetative organs which was two times higher than the amount partitioned to pods. Furthermore, dry weight of vegetative organs accounted for over 65% of total plant dry weight at any stage of development. Harvest index was therefore lower than 0.3 for both varieties. The low partitioning efficiency was considered as the main cause of low pod and seed yields of peanut in Taiwan.

---

1. Contribution No. 1323 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, research assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

栽植密度對不同粒重水稻品種產量與生理性狀之影響[1]

蔡 金 川[2]

摘要：採用千粒重約 40g 之大粒型品種 Pegonil 與千粒重約 25g 之中粒型品種臺農67號為材料，民國74年第一、二期作於本所試驗農場進行試驗。由於大粒型品種之分蘗數少，故以不同栽植密度及移植苗數探討對產量，乾物質生產及全氮與非構造性碳水化合物（TNC）濃度的影響。同以 30×15cm 之行株距與多本植（4－6支苗）栽培，大粒型品種 Pegonil 均較臺農67號早熟，最高分蘗數與穗數較低，但株高相近。 Pegonil 品種以 30×15cm 之行株距栽培，多本植之最高分蘗顯著超過單本植處理，顯示其分蘗能力差；如以 30×7.5cm 行株距單本植，其單株穗數雖最低，但單位面積穗數則超過疏植處理，唯仍不如臺農67號第以 30×15cm 行株距與多本植栽培 ，臺農67號於孕穗期或更早即具有最高之 LAI 值，Pegonil 期作於抽穗期，二期作於孕穗期之 LAI 最高。在單位面積之乾物質生產量方面，臺農67號顯著超過 Pegonil 品種，但一期作時以密植（30×7.5cm）栽培，則 Pegonil之乾物產量較臺農67號為高，唯二期作仍不及臺農67號。

葉片全氮濃度均自孕穗期後下降，降幅以抽穗後二週內最為迅速。Pegonil 品種葉片，稈與穗部全氮濃度均較臺農67號為高，可能對氮素有較大的需求量，期作間比較，則濃度以二期作較高。水稻葉片所含 TNC 濃度甚低，稈部則可高至30%，於抽穗後一週起急速下降。臺農67號穗部 TNC 濃度以一期作略高，而 Pegonil 以二期作稍高。品種間比較，各部位TNC 濃度多無明顯差異；栽培密度處理之作用亦不顯著。

密植栽培 Pegonil 品種，一期作產量高達7.3t/ha，較臺農67號以 30×15cm 栽培增產9%，主要係單位面積穗數與千粒重較高所致，顯示應注意栽培方法以正確評估現有大粒型品種之生產潛能：唯二期作密植之產量仍低於臺農67號，亦即具有期作效應。兩品種孕穗期後之LAI 與 CGR 多與產量呈正相關，表示仍應注意維持葉面積與植株生理活性，以經由增加乾物生產量而提高而提高產量。

本省水稻品種經不斷改良，株型趨於標準化，羣落的光合成效率提高，生產碳水化合物之供源（source）充分，但因光合成物質積儲（sink）的容積受到限制，不能在穀粒中儲藏更多物質，無法進一步提高產量。魏及劉[7] 發現水稻成熟期營養器官仍貯存有相當穗部總量15.20%的非構造性碳水化合物（TNC），認為積儲容積為產量限制因子，提高水稻產量或可探討經由育種方法育成大粒且株型標準品種之可行性。

現有大粒品種，諸多缺點，故尚無直接應用於經濟栽培之價值。分蘗較少，分蘗期短，株高過高，早熟，充實不良，米質欠佳與抗病蟲害力弱等，應先加改良，方有應用之可能。本試驗針對分蘗數

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1324 號。本試驗承本所農藝系劉研究員大江之指導及曹紹徽小姐協助部分化學分析。

2.本所農藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

與穗數問題進行試驗，探討在不同栽植密度下大粒型品種的生產力及相關生理性狀的表現，以明瞭乾物質供需間的關係；並探討對不同粒重水稻品種產量之影響，所得試驗結果可供品種改良與改進栽培方法之參考。

材料與方法

本試驗於民國七十四年第一、二期作在臺中縣霧峰鄉本所試驗農場進行，供試品種爲大粒型品種 Pegonil 及中粒型品種臺農67號，兩品種均以 30×15cm 之行株距與多本植移植栽培， Pegonil 品種並以單本植移植，以觀察其分蘗特性，此外以30×7.5cm 之密植方式單本植栽培 Pegonil 品種，合計共爲四處理；小區面積爲 $24m^2$ ，採用逢機完全區集設計，重複三次。肥料用量一期作爲 $N:P_2O_5:K_2O=135:58:54$，二期作爲 120：45：51kg/ha。

水稻移植成活後每隔3—4日於田間調查分蘗數與株高，記錄重要生育時期，行株距爲 30×15cm 之臺農67號與 Pegonil 植株並開始每週一次取樣，每次自每重複取六欉水稻之地上部分，測定葉面積後，將植株區分爲葉片、稈（含葉鞘）及穗三部分，置於 100°C 通風乾燥箱 1－2 小時後，再以 70°C 處理至完全乾燥。烘乾之水稻樣品，先經測定乾物重，進行生長分析 [5,19]，再使用40目篩磨粉，密封貯存供化學分析用。行株距爲30×7.5cm 處理之 Pegonil 植株則自抽穗前兩週開始，每週取樣一次，除未測定葉面積外，乾物重之測定與化學分析與上述處理相同。成熟時並於每試區收穫10欉水稻，供產量及產量構成要素之調查。

全氮以 semi-micro Kjeldah l方法定量，非構造性碳水化合物則依照 Smith [18] 法，樣品所含之有效性碳水化合物先經 takadiastase（"Clarase 40,000"，美國 Miles Laboratories Inc. 出品）水解，再以滴定法測定單醣之還原力而得。

結果與討論

1)水稻生育期間之氣温與日射量變化

由表 1 之氣象資料可知，一期作移植（2月28日）後，氣溫與日射量均低，但在穀粒充實期間（5－6月），平均氣溫爲 26.7—27°C ，日射量亦升高至 334-401cal/cm²/day ，有利於水稻生育。第二期作於 8 月 5 日插秧，水稻營養生長期間（8－9 月），平均氣溫在 27°C 左右，日射量爲 328-348cal/cm²/day, Pegonil 品種抽穗（9 月25日）後，10月間之氣溫 (28.5°C) 與日射量（315cal/cm²/day）仍高，但臺農67號抽穗（10月10日）後之穀粒充實後期氣溫降低（11月爲 21.3°C

Table 1. Temperanure and solar radiation at Wufeng (Taichung) area from January to December, 1985[a]

Item	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperature (°C)												
Mean	16.2	18.4	18.5	22.0	26.7	27.0	28.2	27.8	27.0	25.5	21.3	18.8
Maximum	22.7	22.9	26.1	29.6	32.3	32.0	33.5	34.0	32.0	30.4	28.1	25.9
Minimum	10.3	15.1	15.3	17.7	22.7	23.5	24.3	23.7	22.9	21.2	16.0	8.8
Solar Radiation												
(cal/cm²/day)	266.1	173.3	319.2	336.1	401.0	334.7	405.1	328.2	348.3	315.1	276.2	274.1

[a] Data of temperature are from Central Weather Bureau, ROC; solar radiation data are from Taiwan Tobacco Research Institute.

），日射量亦已低落 （276cal/cm²/day） 。唯品種間比較，氣象變化與產量之關係並不明確，例如二期作臺農67號之產量雖不及一期作，但仍較 Pegonil 品種爲高（表 2）。

2)生育日數

一期作大粒型品種 Pegonil 於移植後67天左右抽穗，中粒型品種臺農67號移植後81天左右開始抽穗（圖 1），兩品種相差 2 週，以 Pegonil 品種較爲早熟。二期作大粒型品種於移植後49天抽穗，中粒型品種於移植後約65天抽穗，兩品種相差16天左右。以往的研究報告 [2,7,17] 皆認爲大粒型品種具有早熟性的特徵。

3)生育期間分蘗數，株高及葉面積指數之變化

由圖 1 得知一期作 Pegonil 與臺農67號品種均於移植後20日開始分蘗，並均於移植後46日到達最高分蘗期，其後分蘗數逐漸下降，降幅以大粒型品種 Pegonil 較爲明顯。就每欉水稻之最高分蘗而言，以臺農67號之21.6支最高， Pegonil 品種行株距爲 30×15cm 及多本植時次之（20.3支），單本植時僅爲11.3支，顯示 Pegonil 品種分蘗能力較差；如以 30×7.5cm 密植及單本栽培，最高分蘗數爲9.4支。圖 1 中大粒型品種 Pegonil 抽穗後之分蘗數大幅下降，係因僅計算穗數而未調查無效分蘗數之故。穗數之多寡與最高分蘗數之高低順序相同，臺農67號爲17.6穗，Pegonil 品種行株距爲 30×15cm 時，多本植爲11.3穗，單本植爲9.4穗， 30×7.5cm 行株距時爲6.9穗。第二期作兩品

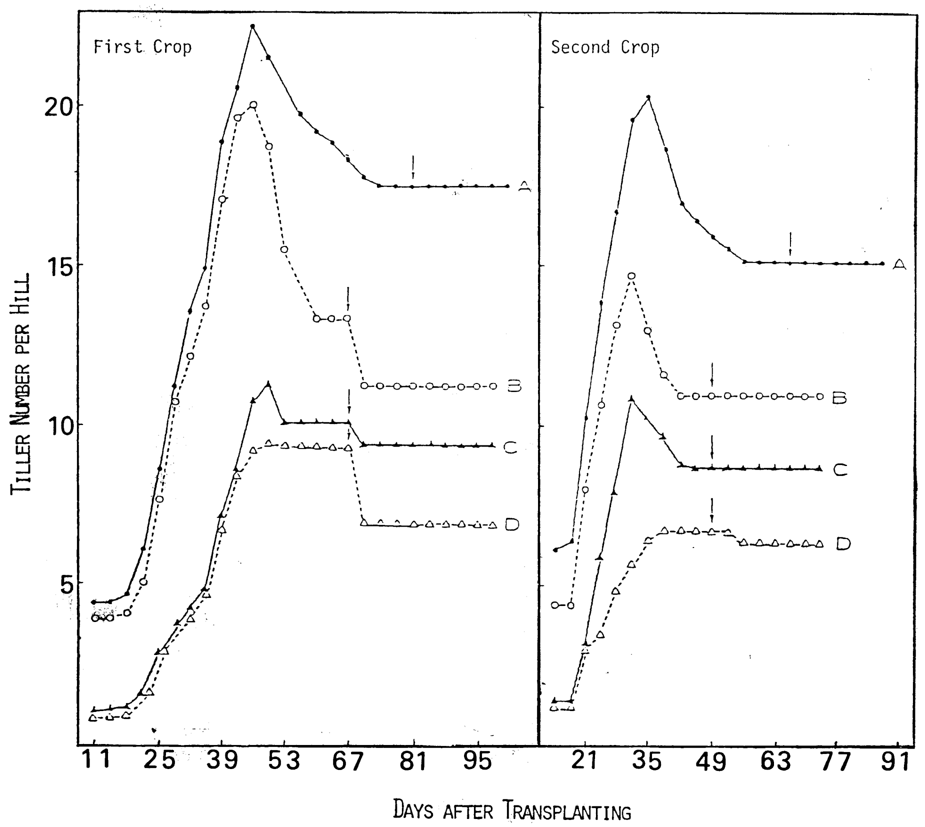


Fig. 1. Changes in tiller number of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. A: Tainung 67, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. B: Pegonil, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. C: same as B, except single seedling per hill for transplanting. D: Pego nil, spacing 30×7.5cm, single seedling per hill for transplanting.

種均於移植後35日左右到達最高分蘗期，各處理之最高分蘗數與穗數均較一期作為低，但處理間比較，則分蘗數與穗數之高低順序與一期作相同，亦與魏與劉(7)之結果相似。

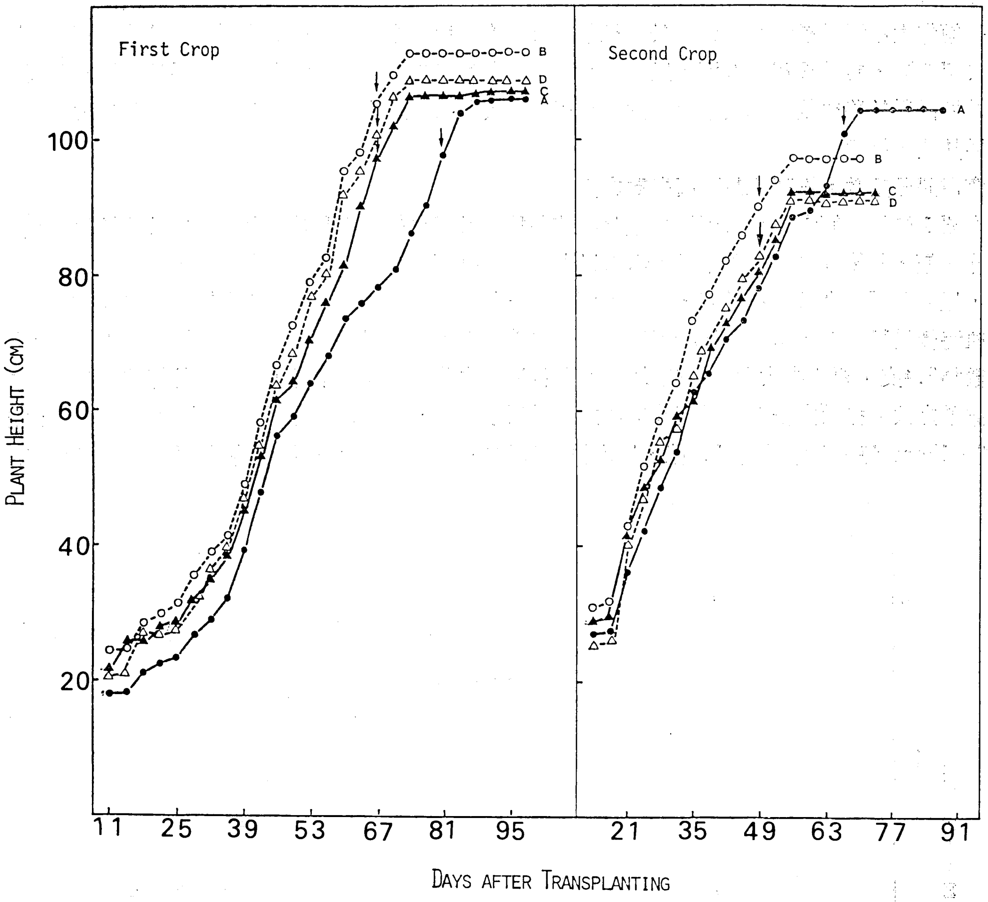


Fig. 2. Changes in plant height of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

一、二期作兩品種之株高於乳熟期後即不再增高（圖 2），一期作整個生育期中，大粒型品種 Pegonil 各處理株高皆比中粒型品種臺農67號為高，成熟期之差異最高可達 7.1cm。二期作臺農67號品種於孕穗前之株高亦比大粒型品種 Pegonil 為低，但孕穗期過後之增長迅速，抽穗後顯著地高於大粒型品種。大粒型品種二期作之株高較一期作為低，相差可達 15.9cm，其原因猶待確定。

圖 3 顯示一期作大粒型 Pegonil 品種（30×15cm，多本植）之葉面積指數於抽穗期到達高峰，然後急速下降，二期作之孕穗期為高峰，然後較為緩慢下降；而中粒型品種臺農67號（30×15cm，多本植）兩期作皆於孕穗期有最高的葉面積指數，與以往之試驗結果(5)頗為一致。村田(11)認為早熟稻之 LAI 於抽穗期而中熟性稻於孕穗期到達高峰，與本試驗結果相同。本研究及以往之試驗結果(5)顯示孕穗期至糊熟期之 LAI 與穗數關係密切，特別是孕穗期與抽穗期呈顯著性的正相關，由此可知分蘗數影響 LAI 頗大；中粒型品種一、二期作孕穗期之後，分蘗數皆比大粒品種為多，同時孕穗後之LAI也比大粒型品種為高。

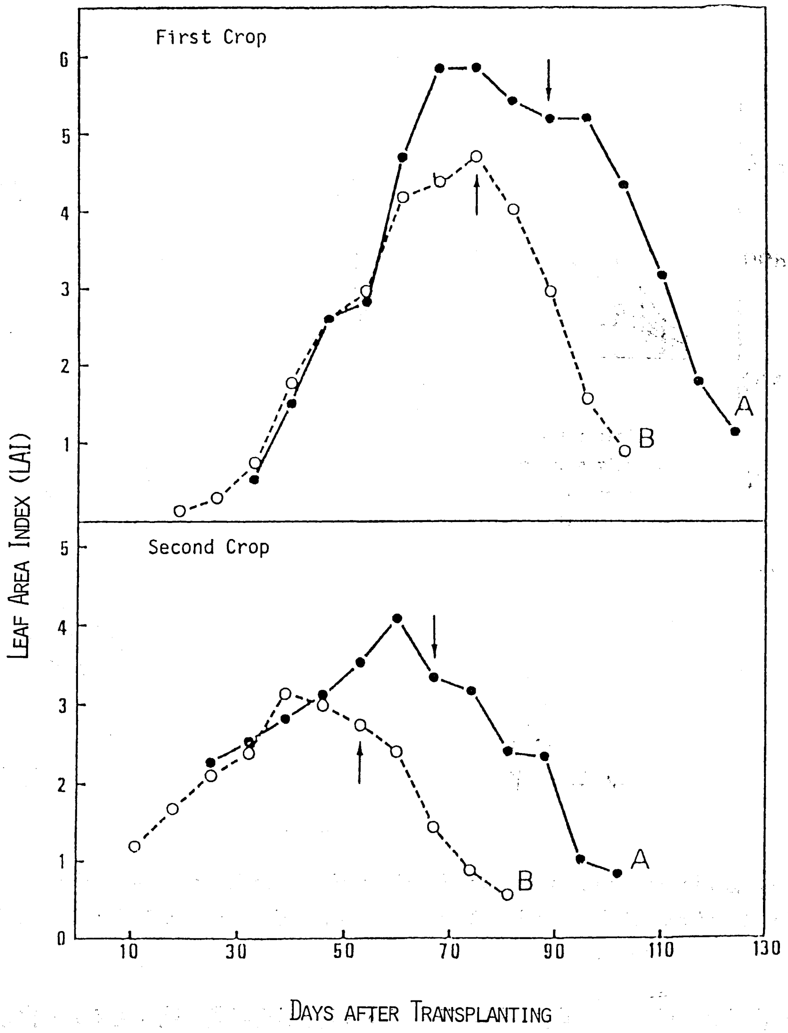


Fig. 3. Changes in leaf area index (LAI) of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. Refer to Fig. 1 for description of treatments A and B.

4)乾物質生產

由圖4得知，第一、二期作臺農67號與 Pegonil 品種在生育期間之全乾物重及抽穗後穗重之上昇趨勢均呈 Sigmoid 曲線，乃乾物質累積的現象，謝[6]亦有類似的報告。葉與稈之乾物重大致自生育初期至中期逐漸上昇，抽穗後則有下降的現象，主要係因葉與稈之光合成物質轉流至穗部及黃化與老化所致。

在相同的栽培條件下（行株距 30×15cm ，多本植），臺農67號單位面積（或單株）乾物生產量均顯著超過 Pegonil 品種（圖4），期作間比較，則均以一期作爲高。Pegonil 均以 30×15cm 行株距栽培時，多本植較單本植之乾物產量略高，應與前述分蘖數之比較有關，即分蘖數較多時之乾物生產量較高。

當大粒型品種 Pegonil 以30×7.5cm 方式密植栽培，在第一期作之單位面積乾物生產量最高，達 1,505g/m²，其中葉片，稈與穗部分別爲118、472與 915g/m²，超過其他任何處理；在第二期作

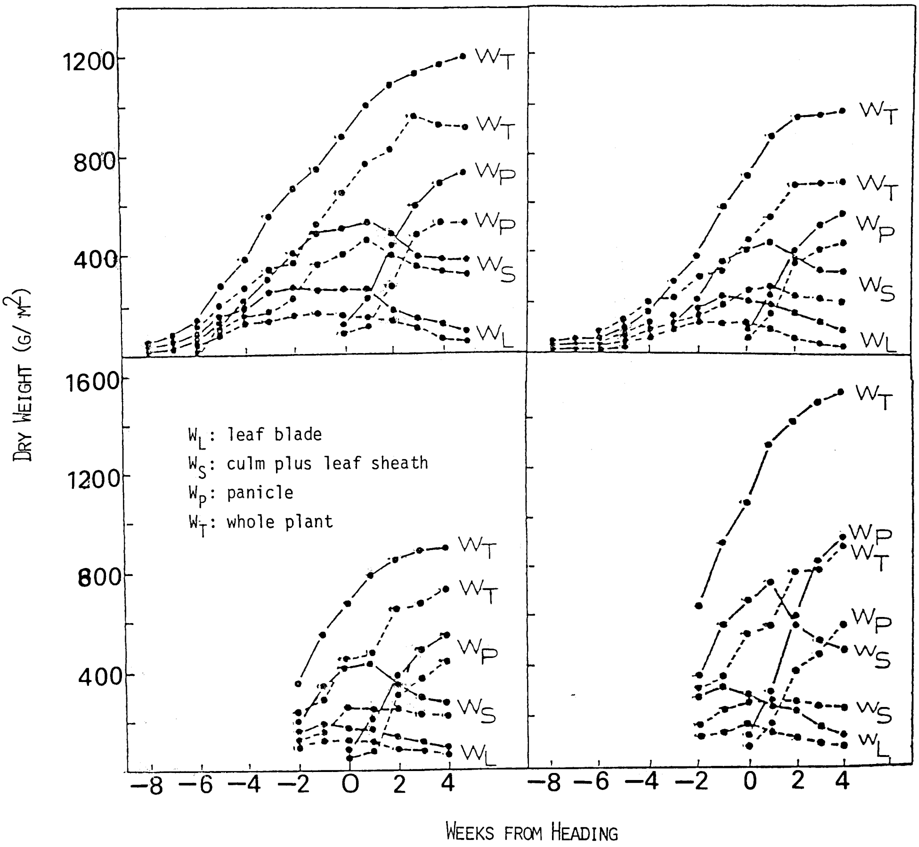


Fig. 4. Changes in dry weights of plant fractions of rice varieties grow in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

時，全株總乾物重雖仍較同一品種之疏植處理爲高，但仍不及臺農67號（圖 4）。由以上資料得知，大粒型品種因分蘖數較少，在以一般慣用之密度（30×15cm）栽培時，無法充分利用環境資源（environmental resources），因而不能充分表現其乾物質生產能力，所以在評估大粒型品種之生產潛能時，應注意其品種特性，並採用適當的栽培方法，方能獲得正確的結果。

5)各器官氮素（N）及非構造性碳水化合物（TNC）濃度之變化

臺農67號與 Pegonil 品種之葉片氮素自抽穗前二週即急速下降，尤以至抽穗後二週內之變化較大，中粒型品種臺農67號生育後期較爲穩定（圖 5）。石塚及田中[10] 認爲幼穗形成期至穀粒充實期間氮素濃度的降低是由於氮素從葉片轉流至稻穗所致。期作間比較，二期作葉片氮素濃度均較一期作爲高。

穗部之氮素濃度均以二期作大於一期作，據陳等[1] 認爲一期作之穗部累積碳水化合物濃度高於二期作，因而產生較大之稀釋作用。本試驗中一期作臺農67號穗部 TNC 濃度高但大粒型品種 Pegonil 之各項處理反以二期作高（圖 6）：因此陳等[1] 之解釋可能較適合於臺農67號品種。

稈部氮素濃度較葉片與穗部爲低，亦自抽穗前二週起持續下降，且濃多維持於 1 %以下，又二期作稈部氮素濃度皆高於一期作，期作間之差異幅度，以 Pegonil 品種（30×15cm 與單本植，及30×7.5cm 處理）較爲明顯，臺農67號之差異較小，是否因栽植方法所致，有待研究。

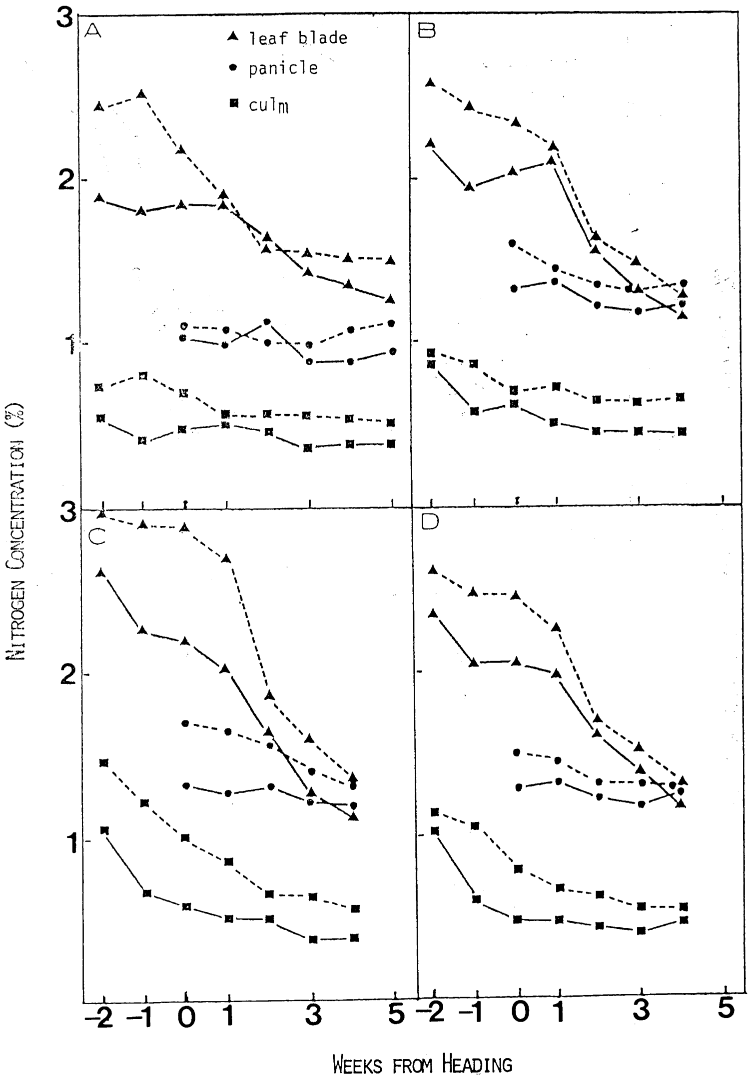


Fig. 5. Changes in N concentrations of different plant fractions of developing rice plants grown in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

由圖6得知，兩品種葉部 TNC 濃度在整個採樣期間多介於3－7％之間，變化幅度很小，大致呈平穩狀態，最高亦不超過10％。稈部 TNC 濃度大部分在抽穗期或抽穗後一週達到高峯，然後急速下降。穗部 TNC 濃度自抽穗後急速上昇，至成熟爲止，兩期作有平行的趨勢，與稈部之濃度下降形成反方向的移動。這顯示稈部所含 TNC 轉流至穗部。以上葉、稈及穗部之 TNC 濃度變化趨勢與陳等[1]之報告相類似。

大粒型品種 Pegonil 自抽穗後穀粒之 TNC 濃度皆高於中粒型品種，而稈部之 TNC 濃度則較中粒型品種爲低，表示大粒型品種稈部之 TNC 轉流至穗部之相對量多於中粒型品種，是否因穀粒重之差異而影響轉流，值得研究。

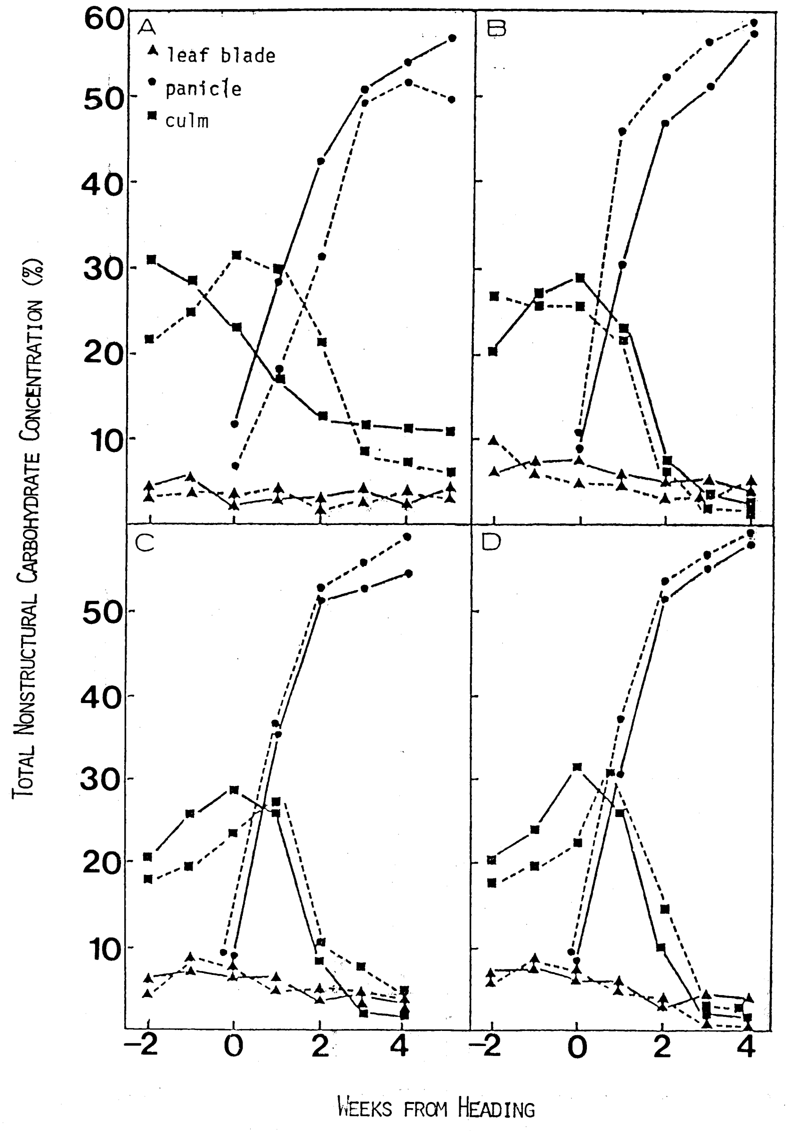


Fig. 6. Changes in TNC concentrations of different plant fractions of developing rice plants grown in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

6) **產量及產量構成要素**

由表2中之穗數資料得知大、中粒型品種間或大粒型品種之各處理間皆有顯著性差異，大粒型品種單本密植 (30×7.5cm) 處理每平方公尺之穗數一、二期作分別爲304及290，僅次於臺農67號，遠較疏植 (30×15cm) 處理爲多。若以每叢穗數計算，臺農67號一期作爲17.9，二期作15.2；Pegonil 品種 30×15cm 行株距多本植處理一期作爲11.8二期作爲11.3；Pegonil 品種30×15cm行株距單本植處理一期作爲9.5，二期作爲90；Pegonil 品種 30×7.5cm 行株距單本植處理一期作爲6.8，二期作爲6.5，就大粒型品種而言，皆以密植或單本植之每叢穗數較少；羅等[9] 亦有類似報告，丸山[10] 進行水稻密植試驗，亦發現密植時單位面積穗數有提高的現象。松島[12] 認爲穗數的提高乃增產的有

效方法之一，因此密植可改善大粒型品種的分蘗，提高其穗數；進而增加產量。

Table 2. Effect of planting density and cultural treatments on the yield and yield components of rice[a]

Variety	Plant Sdacing (cm)	Seedling Number per Hill	Panicle Number per m^2		Spikelet Number per m^2		Seed-setting (%)		1000-grain -weight (g)		Grain Yield (kg/ha)	
			1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Tainung 67	30×15	4-6	398^{a}	338^{a}	$32,815^{a}$	$30,055^{b}$	81.3^{ab}	79.0^{a}	25.1^{c}	24.3^{b}	$6,687^{b}$	$5,755^{a}$
Pegonil	30×15	4-6	261^{c}	250^{c}	$17,786^{c}$	$12,295^{d}$	78.4^{c}	82.6^{a}	37.2^{b}	40.2^{a}	$5,190^{c}$	$4,073^{c}$
Pegonil	30×15	1	210^{d}	199^{d}	$14,736^{d}$	$11,642^{d}$	80.0^{bc}	80.3^{a}	39.0^{a}	40.8^{a}	$4,591^{d}$	$3,810^{c}$
Pegonil	30×7.5	1	304^{b}	290^{b}	$22,971^{b}$	$14,524^{c}$	82.2^{a}	82.5^{a}	38.6^{ab}	41.2^{a}	$7,287^{a}$	$4,947^{b}$

[a] Data are means of 10 plants from each replicate. Means followed by the same letter with each column do not differ significantly (P 0.05) by Duncan's New Multiple Range Test.

二期作兩品種之穗數皆比一期作少，一期作生育初期或最高分蘗期之平均氣溫爲 18.5—20.0°C 之間（表 1），有利分蘗數的增加；而二期作生育初期或最高分蘗期平均氣溫約 27.8°C ，最高氣溫超過 30°C，可能影響分蘗；蔡[3] 報告水稻生育前期分別於 20°C/15°C 及 30°C/25°C 之日／夜處理10天，前者（低溫）提高穗數，後者（高溫）減少穗數，由此推測一期作的氣溫適合於分蘗數的提高，二期作高溫有抑制分蘗的可能。但 Pegonil 品種期作間每叢穗數差異並不明顯，可能係品種特性，對溫度等環境因子的反應較不敏感之故。

各品種或處理間之每穗穎花數方面，臺農67號一期作82.5，二期作爲88.9；Pegonil品種之30×15 cm行株距多本植處理一期作爲68.1，二期作爲49.2；30×15cm行株距單本植處理一期爲70.2，二期作爲58.5；30×7.5cm 行株距單本植處理一期作爲75.6，二期作爲50.0。兩期作皆以臺農67號爲高，一期作密植單本處理之每穗穎花數較同品種單本疏植者爲高，二期作反而減少。如計算每平方公尺穎花數，仍以臺農67號最多，大粒型品種 Pegonil 單本密植次之，其穎花數與同品種單本疏植比較，一、二期作分別增加55.9%及24.8%，這表示密植或使每穗穎花數降低，但由於密植可使單位面積之穗數增多，使其總穎花數亦增多，尤其是一期作之增加幅度較大，因此藉密植以提高單位面積內之總穎花數較爲有效。羅等[8] 與丸山[9] 亦有如此的見解。由於參試兩品種在一期作的單位面積，穗數較二期作爲高，使兩品種在一期作之總穎花數皆比二期作高，以臺農67號而言，一期作較二期作高 9 %，Pegonil 品種則爲27—58%，顯示大粒品種 Pegonil 受期作的影響較大。

一期作之結實率以大粒型品種單本密植處理與中粒型品種臺農67號最高，分別爲82.2%與81.3%，兩者間無顯著差異；至於 Pegonil 品種以疏植（30×15cm）方式栽培，其結實率反而較低，原因尚待探討。二期作各處理之結實率均無顯著差異，介於79—82.6%之間（表 2）。

在千粒重方面，大粒型品種 Pegonil 在一期作爲 37.2—38.6g，二期作爲 40.2—41.2g，似以二期作稍高；又於處理間比較，栽培密度與移植秧苗數對 Pegonil 品種之千粒重影響甚小，顯示粒重爲一表現極穩定之性狀。臺農67號一期作之千粒重爲 25.1g ，二期作爲 24.3g ，期作間的差異不大，但均顯著較 Pegonil 品種爲低。

產量由四種產量構成要素的乘積組成，如表 3 得知，一期作大粒型品種單本密植處理之產量最高，達 7.3t/ha ，其次是臺農67號（6.7t/ha）品種間及大粒型品種之各處理間皆有顯著性差異。二期作最高產量是臺農67號 （5.8t/ha），其次是大粒型品種密植單本處理，與其他處理比較，皆有顯著

性差異。由此可知，無論一、二期作，均能以密植栽培方法提高 Pegonil 品種之產量，但其產量表現是否優於臺農67號，則仍視期作而有不同之表現。

7) **葉面積指數（LAI）、作物生長速率（CGR）與產量之相關：**

表3顯示，兩期作大、中粒型品種自孕穗期至糊熟期， LAI 與產量除了臺農67號之孕穗期以外，其他皆爲顯著性之正相關，即增大LAI 可提高產量，與前試驗[4]之結果相似。松島[(12)]及津野[(15)]認爲在水稻生育初期，氮肥可促進分蘗與增大葉面積，同時能保持必要於穎花數，因此一、二期作水稻生育初期如能增大葉面積，應有助於物質生產的提高。武田等[(13,14)]指出穗肥可以補充水稻穀粒充實期葉片氮素的含量，可增加 LAI 與提高光合成速度，增加乾物產量，IRRI 亦有類似的報告。

Table 3. Correlation between grain yield at harvest and LAI and CGR of rice plant measured at different growth staegs

Characters	Treatment Code[a] and Crop Season							
	A		B		C		D	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Booting Stage								
LAI	0.3752	0.4021	0.5626*	0.5483*				
CGR	0.2910	0.3364	−0.2055	0.3295	−0.1355	−0.2218	0.4360	0.4544
Heading Stage								
LAI	0.5268*	0.5379*	0.5470*	0.5911*				
CGR	0.5431*	0.5215*	0.3329	0.3032	0.2473	0.2842	0.4604	0.2135
Milky-ripe Stage								
LAI	0.5955*	0.5605*	0.6628**	0.6538**				
CGR	0.5780*	0.5528*	0.5831**	0.3139	0.5767*	0.5821*	0.5936*	0.3890
Dough-ripe Stage								
LAI	0.5638*	0.5422*	0.6503**	0.6909**				
CGR	0.5265*	0.4014	0.5324*	0.2750	0.5163*	0.4945	0.5022	0.3378

[a]A: Tainung 67, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. B: Pegonil, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. C: same as B, except single seedling per hill for transplanting. D: Pegonil, spacing 30×7.5cm, single seedling for transplanting.

大、中粒型品種之 CGR 與產量之關係示於表3，除了孕穗期大粒型品種以 30×15cm 多本植（一期作）及單本植（兩期作）呈負相關之外，其他皆正相關，在抽穗後大部分呈顯著性之正相關，於乳熟期及糊熟期增加 CGR 可提高產量。 CGR 由 NAR 與 LAI 所構成，增加 LAI 較容易同時使 CGR 提高的效果較大，而 NAR 之提高較爲困難，因牽涉因子較複雜。

綜合各項試驗結果與探討，大粒型水稻品種分蘗數較中粒型品種少，生育日數也較少，若要以大粒型水稻品種爲材料作改良稻作，可經由栽培方法及育種方法達到目的。栽培方法爲密植或直播栽培適當施肥，育種方法可以雜交及回交育種方法，把控制大粒型品種之基因導入普通栽培品，育成改良的新品系或新品種，使具有大粒型之高千粒重，並兼有普通栽培品種的優良性狀。

引用文獻

1.陳建山、黃定鼎、劉大江・1981・機插水稻之生育與生理研究。 I.氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化。中華農業研究30（2）：89—98。

2.曾美倉・1977・水稻粒重、粒型及其他數量性狀之全互交析。臺灣大學農學院研究報告17（2）：78—90。

3.蔡金川・1978・水稻生育各期溫度及遮光對產量及其構成因素之影響。科學農業26（5、6）：194—201。

4.蔡金川・1984・水稻葉面積指數與產量之關係。中華農業研究33（2）：109—116。

5.蔡金川・1985・水稻生長分析及吸光係數之研究。中華農業研究34（3）：258—265。

6.謝昱暲・1979・一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。刊載於『臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集』（謝順景、劉大江主編）。行政院國家科學委員會發行。

7.魏夢麗、劉大江・1984・不同粒重水稻品種之農藝與生理性狀比較。中華農業研究33（4）：363—371。

8.羅其正、鄔宏潘、楊遜謙1976。二期稻作低產原因之探討及其解決方法（二）I單位面積內穎花數之變化及其與產量間之關係。科學發展5（9）：745—760。

9.丸山幸夫、田中孝幸・1985・水稻の作期が生育收量に及ぼす影響。北陸農試報27：80—99。

10.石塚喜明、田中明・1963・水稻の榮養生理。養賢堂。

11.村田吉男・1961・水稻の光合成とその栽培學的意義に關する研究。農技研報D：1—169。

12.松島省三・1972・稻作の理論と技術。養賢堂。

13.武田友四郎、翁仁憲、縣和一・1980・水稻の子實生產に對する實肥の效果。日本作物學會　九州支部會報　第47別册59—63。

14.武田友四郎、岡三德、縣和一・1983・暖地における水稻品種の物質生產に關する研究，第1報明治以降の新舊品種の乾物生產特性。日作紀52（3）：299—306。

15.津野幸人・1970・イネの科學——多收技術の見方考元方。

16. Iuternational Rice Research Institute. 1970. Annual Report, pp. 30-140, Los Banos, Philippines.

17. Iuternational Rice Research Institute. 1978. Annual Report, pp. 16-21. Los Banos, Philippines.

18. Smith, D. 1969. Removing and analyzing of total nonstructural carbohydrates from plant tissues. Wis. Agr. Exp. Sta. Rep. 41.

19. Sivakumar, M. V. K. and R. H. Shaw. 1978. Methods of growth analysis in field grown Soybean (*Glycine max*. L. Merrill). Ann. Bot. 42: 213-222.

Effects of Cultural Methods on the Yield and Some Physiological Characters of Rice Varieties Differing in Grain Weight

Jin-Chuan Tsai[2]

Summary

Experiments were conducted in 1985 by using a large-grain rice variety Pegonil (1000-grain-weight of 40g) and a medium-grain variety Tainung 67 (1000-grain-weight

of 25g) as materials. The purposes were to study the influences of spacing (30×15cm vs 30×7.5cm) and seedling number per hill for transplanting (multiple vs single) on the yield, dry matter production and concentrations of total N and total N and total nonstructural carbohydrates (TNC) of the developing rice plants. For the treatments of 30×15cm spacing and multiple seedling, Pegonil headed earlier and possessed fewer tiller and panicle numbers than Tainung 67. For Pegonil, dense planting (30×7.5cm) tended to decrease panicle number per hill but increase significantly panicle number per unit area.

Maximum LAI was obtained at booting stage or earlier for Tainung 67. It was at heading stage in the first crop and at booting stage in the second crop for Pegonil. Tainung 67 accumulated more dry matter than Pegonil in both crop seasons. However, under dense planting in the first crop, dry matter production was higher for Pegonil than for Tainung 67 with 30×15cm spacing.

Total N concentration in the leaf blade decreased from booting stage towards maturity, especially during the first two weeks after heading. N concentrations in the leaf blade, culm and panicle were higher for Pegonil than for Tainung 67. Cmoparison between crop seasons showed that rice plants grown in the second crop had higher N concentrations. TNC concentrations were as high as 30% in the culm and rapid decline was observed starting one week after heading. Panicle TNC of Tainung 67 was higher in the first crop whereas that of Pegonil was slightly higher in the second crop. There were no significant differences in TNC co ncentrations between varieties or crop seasons.

Grain yield of 7.3t/ha was recorded in the first crop for Pegonil under dense planting, which was 9% higher than that of Tainung 67 under 30×15cm spacing. This indicated that proper cultural method should be adopted in evaluating yield potential of this large-grain varieties. However, the positive effect of dense planting on grain yield was less significant in the second crop, suggesting that responses were different between crop seasons. Between booting and dough-ripe stages, LAI and CGR were positively correlated with grain yield. It is therefore important to maintain leaf area and physiological activities of rice plants. Grain yield might be increased through increasing dry matter production during this period.

---

1. Contribution No. 1324 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

氣温與降雨量對本省主要椪柑產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響[1]

張淑賢　李峰憲　吳婉麗[2]

摘要　為明瞭本省主要椪柑產區之果實品質差異與果園營養狀況，乃於71年及72年調查新竹縣、卓蘭、東勢、嘉義縣及臺南縣等地果園計約80處，於８月中旬至９月上旬間採取當年生春梢無結果枝第三葉，分析其要素含量，並採土分析理化性。於果實成熟期按東西南北方位於樹冠外圍採取平均大小之果實，計32果，按方位分析其品質。關於果園營養狀況將另文報告，本篇僅檢討不同緯度果園之椪柑品質差異及年度間葉片要素含量差異與氣溫、降雨量之關係。另採果時期、果型大小及著生方位對品質之影響，亦加討論。其結果摘述如下。

（一）由青皮柑與採果適期之果實品質相較可知，果實成熟後期30天內，每果重增加25—40 g，果皮率略增，糖度增加在 1° Brix 以內，酸度降低約40%。

（二）果型大小及著生方位均影響品質，同一果園小果之糖度、酸度、果肉率、果汁率均較大果為高，但糖酸比較低（即較酸）。東、南向之果實常較西、北。向者酸度略低。

（三）果實糖酸度均由南部向新竹縣遞增，即愈北果實風味愈濃厚，糖度相差 3° Brix。此與東勢及南部地區之月平均最高溫較卓蘭及新竹地區者高約 1°—4°C有關。東勢與南部地區之氣溫較高，其春梢萌發與花期較後者早約１—２星期，採果期約早１個月，而酸度降低較速，糖分累積較少。

（四）71年之５月至８月間雨量豐富，利於氮磷之吸收，葉片氮磷含量較高而鉀含量較低，果實較大但糖酸度較低。而72年度６至８月間乾旱，使葉片氮磷含量較低而鉀含量較高，果實普徧較小而糖酸度較高。

柑桔果實品質主要受氣候因子，土壤水分、樹體營養狀況、砧木種類、果實著生位置、果型大小、成熟度與貯藏時間等影響[42]，其中氣候因子對品質之影響最大[31]。

由調查不同氣候環境之甜橙[13,25,30,32,37]與葡萄柚[11,24]之花期、果熟期、果實外觀與內在品質之差異而知：在冷涼氣候下（尤其是低夜溫）之柑桔晚花，果實晚熟，果皮較厚，糖酸度均高，成熟期酸度之降低較緩，但果皮著色佳；反之，溫暖地區則花期早，果實早熟，成熟期酸度迅速降低，但果皮著色差，糖酸度均較低；又濕潤多雨處之果實較大，皮薄多汁，糖酸度較低，與乾燥地區果小、皮厚而酸度高。高溫使果皮之葉綠素衰退及胡蘿蔔素增加受阻，以致果皮著色差[68,41]，此與其ABA（Abscisic acid）含量有關[6]。以人工控制之氣候環境試驗結果，[6,8,39,40,41]亦同上述。

水分對品質之影響亦大，Hilgemanl 等[18]指出 Valencia 在８月中遇旱害則果實糖度、酸度、ascorbic acid及皮厚均增加，但果型變小。Levy 等[24]亦指出葡萄柚夏季缺水，至多季果實酸度增

1.農業業試驗所　研究報告第 1325 號。本計畫承前農發會補助並獲73年度國科會獎助。本研究蒙前農發會王技正新傳先生及本所前陳研究員春泉先生鼓勵，山地農牧局王潔心先生、楊文德先生、白河農會李秋漢先生、東山農會吳坤霖先生大力協助，謹此誌謝。

2.本所農化系副研究員、前助理及約雇技術員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

高很多，且其效果維持六個月之久。灌漑則使果實增大增重，但糖酸度降低[17,18,23]，且使葉片鉀含量降低[27,28]。

Smith[34]之報告指出果實愈小，其糖酸度愈高。Wallace 等[38]及 Syvertsen 等[36]指出樹冠上部及南面之果實糖度較高而酸度較低；樹冠外圍果實較早熟，而遮蔭果晚熟。岩恆等[7]指出有葉且早花之果實與樹冠外圍之果實著色佳，糖度高酸度而低，而無葉晚花及樹冠內之果實則均最差，凡此均爲受光程度不同所致。

柑桔果實隨時間而糖度增高、酸度降低，貯藏期間，果實酸度漸降，均爲衆知之事實[42]。

果樹營養對柑桔果實品質之影響，研究者甚多，Embleton 等[16]有完整之論述。一般而言，各要素中以氮磷鉀對品質之影響最顯著。氮肥增加使果實增產，但果型變小[26,29,35]、果皮變綠、變粗，果汁率降低[4,21,22,26,29,35]；對糖酸度之影響則無一定趨勢，有使糖度降低者[35]，亦有使糖度酸度均增加者[34]。柑桔對磷肥之反應很鈍，但極端缺磷時則造成無汁之浮皮果；施磷使果汁率增加，糖酸度均降低，但糖酸比增高[9]。施鉀使果實增大、果皮增厚、糖度略降，但 ascorbic acid 及酸度均提高[10,14,15,19,20,26,28,35]。對檸檬而言，高鉀使果皮薄、綠而果汁率、酸度及 ascorbic acid 均提高[20]。

本省關於上述之研究甚少，僅郭氏[4]指出氮肥對桶柑品質之影響；范氏報告鉀肥提高椪柑酸度[1]；范氏[2]及張氏[3]報告根砧對椪柑無機養分與品質之影響；及方氏等[5]報告不同長度及位置枝條所著生椪柑品質之差異。本省各椪柑產區之果實品質各異，其差異程度與氣候因子等之相關，實值探討，以供椪柑適栽區域劃分之參考。乃於民國71年及72年調查本省新竹縣、臺中縣、苗栗縣、嘉義縣及臺南縣主要椪柑產區約80處柑園之營養狀況及果實品質。其中有關柑園營養狀況部分，將另文報

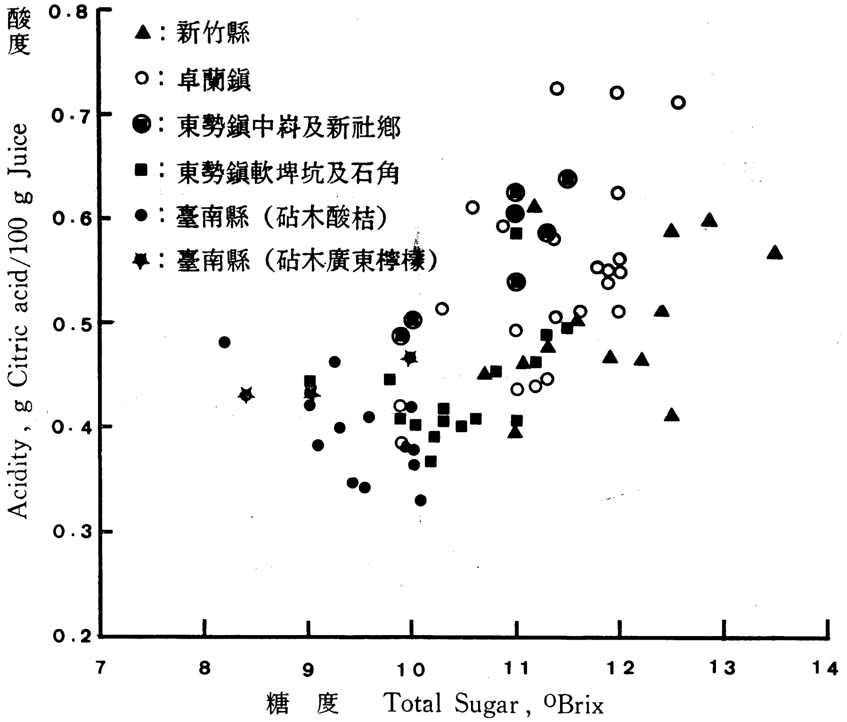


圖1. 71年本省各椪柑產區果實之糖酸度分布

Fig. 1. Distrition of total soluble solids and acidity of pankan fract picked from orchards located in the main ponkan production area of Taiwan (1983)

表1. 不同成熟度果實品質比較

Table 1. Comparison of fruit quality of pokan between two stages of maturity

樣品號碼 Sample No.	採果期 Date of Sampling	每果重 W./one fruit g	果肉率 Pulp %	果汁率 Juice %	糖度 TSS °Brix	酸量 Acidity g citric aid / 100g Juice	糖百分比 TSS / Aciding
白河東山地區							
3	10/27	193.0	80.9	59.3	9.3	.735	12.7
	12/ 1	242.1	74.8	57.5	10.0	.469	21.3
5	10/27	187.5	79.1	58.6	9.4	.760	12.4
	12/ 1	232.2	76.3	61.9	9.6	.409	23.5
10	10/27	194.7	78.8	57.6	9.4	.909	10.3
	12/ 1	238.5	77.4	60.6	9.3	.468	19.8
11	10/27	191.3	79.8	57.2	9.2	.758	12.1
	12/ 1	227.8	77.1	55.2	10.0	.381	26.2
14	10/27	149.9	82.6	58.5	9.1	.610	14.9
	12/ 1	192.7	78.3	59.2	10.0	.364	27.4
17	10/27	172.6	80.6	53.5	8.7	.760	11.4
	12/ 1	215.0	76.3	55.0	9.1	.381	23.9
東勢地區							
34	10/19	141.1	81.8	59.7	9.4	.757	12.4
	11/23	169.9	79.1	63.2	9.8	.445	22.0
35	10/19	153.6	81.1	56.9	9.2	.737	12.5
	11/23	172.1	78.4	57.7	10.2	.391	26.1
39	10/19	157.7	80.8	55.5	9.8	.671	14.6
	11/23	182.7	76.3	56.6	10.3	.415	24.8
40	10/19	172.4	80.4	56.7	9.6	.619	15.5
	11/23	166.0	78.4	55.5	9.9	.382	25.9

表2. 果實大小對品質之影響

Table 2. Effect of fruit size on its quality.

樣本號碼 Sample No.	每果重 W./one fruit g	果肉率 Pulp %	果汁機 Juice %	糖度 TSS °Brix	酸度 Acidity g citricacid / 100g juice	糖百酸比 TSS / Acidity
新竹地區 Hsinchu area						
85	229.5	73.9	58.4	11.0	.389	28.2
	160.8	76.6	62.4	12.0	.685	17.5
87	209.0	74.7	57.7	12.0	.427	28.1
	174.5	80.0	62.1	12.8	.477	26.8
89	248.8	73.2	55.6	12.0	.544	22.1
	162.6	75.3	60.0	13.0	.677	19.2
卓蘭地區 Cholan area						
61	226.6	73.2	56.5	12.0	.714	16.8
	147.8	79.1	63.4	12.0	.784	15.3
77	170.3	67.2	63.6	11.0	.386	28.5
	143.3	71.8	57.1	11.0	.443	24.8

告。本篇就各區果實品質差異與年度間葉片三要素含量差異與氣象旬報之資料作成關連。

材料與方法

於民國71年及72年之8月中旬至9月中旬間分別至新竹縣寶山、北埔、峨眉，苗栗縣卓蘭，臺中縣東勢、嘉義縣梅山、竹崎、中埔（僅72年度）及臺南縣白河、東山等地區之柑園採取柑葉及土壤樣本約80處。東勢、卓蘭地區之柑園均位於海拔850公尺以下之坡地。

葉片樣本係逢機採取當年生春梢無結果枝第三或第四葉，每株按東西北方位於人手易及範圍內各採一葉，每園考採約100葉混合，清洗後烤乾磨粉，分析其各要素含量。

果實取樣，每一調查園選8株樹，每株按東西南北方位之樹冠外圍採取平均大小之果實一個，計32果分成4組樣品分析品質。71年少部分農家已採完果，乃按果實大小分別取樣。採果期，71年按各地採果適期在11月23日至12月21日，一個月間完成；72年則縮短各地採果時差，在11月7日至28日間先後採樣。71年度另於10月19日至東勢，27日至白河東山採取部分果園之青皮柑進行分析。品質分析按慣行法為之，糖度以屈折度計測定，°Brix 表示，酸度則取定量果汁以 0.1N NaOH 及酚酞指示劑滴定至終點，再換算為 100g果汁中所含檸檬酸量來表示。

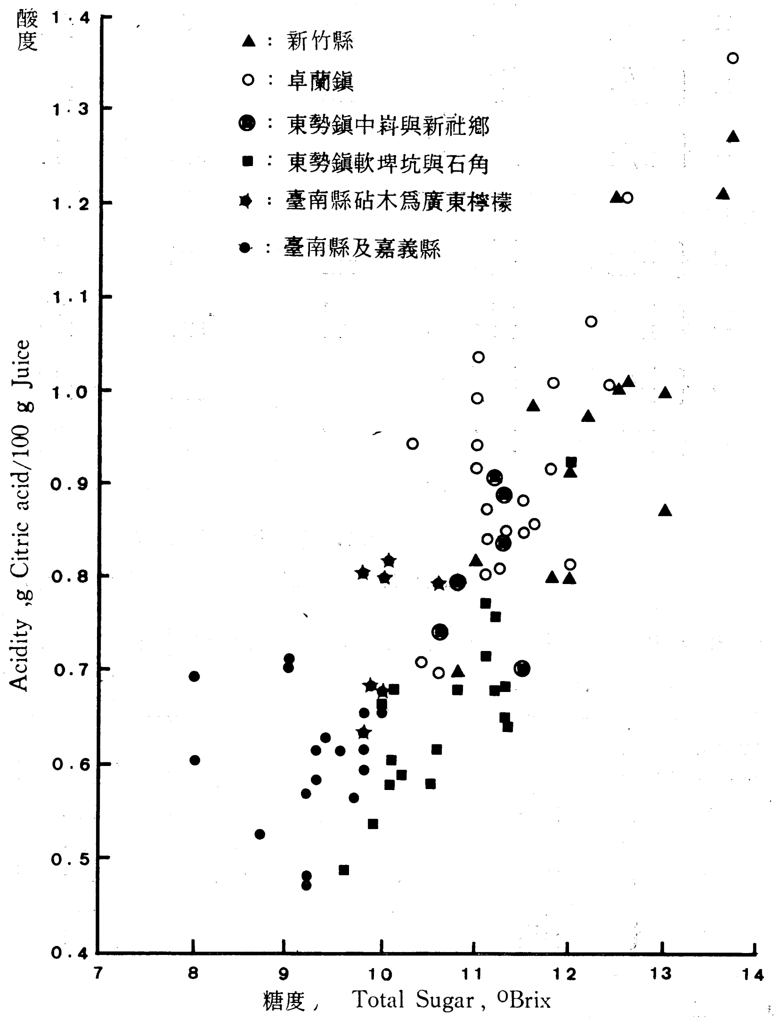


圖2. 72年本省各椪柑產區之果實糖度與酸度分布

Fig. 2. Distrition of total soluble solids andacidity of pankan fract picked from orchards located in the main ponkan production area of Taiwan (1982)

結果與討論

一、採果期、採果方位與果實大小對品質之影響：

東勢地區與南部之白河、東山、梅山、竹崎等地是青皮柑之產地。所謂青皮柑即果肉之糖酸度已達可食程度而果皮尚綠。由表一所列此二地區之青皮柑品質與一個月後成熟期之品質比較知，果重約增加 25g～40g，果肉率稍降低，糖度增加 1°Brix以內，酸度約降低40%。糖酸比由10—15增加為20—27除果型大小有異外，東勢與南部之果實品質相近。

由表2可見大果與小果之品質比較。同一果園大果之果皮較厚，果汁率、糖酸度均較小果者爲低。差異之幅度爲每果重相差30—80g，果汁率、果肉率相差2—6%，糖度相差 1° Brix 以內，酸量相差0.04—0.30g。但糖酸比以小果者較低（較酸）。

採果方位對品較之影響僅於72年度較顯著，80樣品中有13樣品無論果實大小，均以東南向酸度低於西北向，有36樣品以東南向果實較大，酸度較低。此可能因東南向日照較充足，局部溫度較高，果實較早熟而酸度之衰退較速。（資料未列）

二、各椪柑產區之果實品質與葉片 N, P, K 含量差異：

各果園之果實品質大致依其所在之緯度位置而成集團性分布，因此將兩年度之果實品質與葉片N, P, K含量，按果園所在位置與臺灣中心點之垂直距離分區平均列於表3而其糖酸度之分布則如圖1與圖2所示。東勢一卓蘭及南部地區各果園之相關位置如圖3及圖4所示。南部地區包括白河鎮崎內里與關嶺里及小鄉，72年度尙包括梅山、竹崎及中埔。東勢A區包括天冷及軟埤坑，

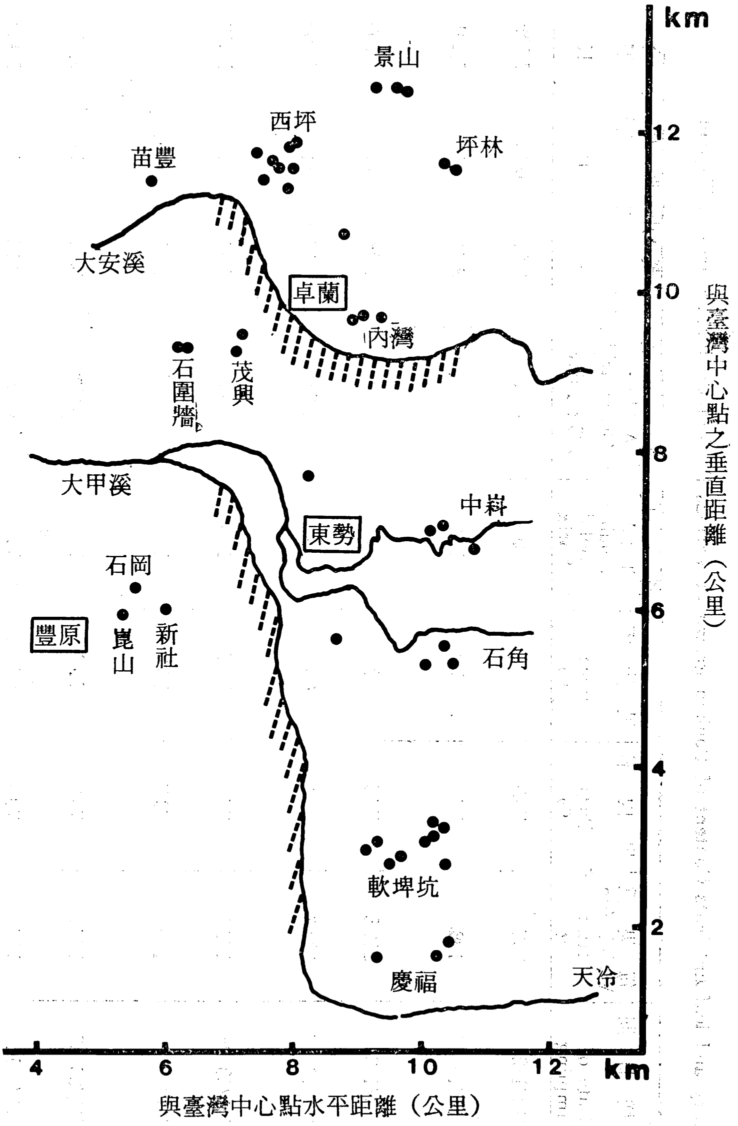


圖3. 東勢與卓蘭地區調查果園地理位置分佈

Fig. 3. Distribution of Sample orchands in cholan and Tungshi area (The Center pointof Taiwan is (0, 0))

靠近大甲溪。東勢B區包括石角、中嵙（靠近中嵙溪）及新社崑山與石岡。東勢茂興里與卓蘭內灣里，西坪里、苗豐里、景山里均屬大安溪範疇，果實品質相近劃爲一區。新竹縣峨眉、寶山及北埔又劃爲一區。

由表3可見兩年度均以南部地區之果實最大，每果重約200克左右。71年以東勢地區每果重最小176g，72年以卓蘭最小157g。果實成熟期以東勢A、B區及南部地區最早，卓蘭次之，新竹最晚，前後相差約一個月。由圖1及圖2可見兩年之果實糖度與酸度均由南到北遞增，即愈南部果實糖度愈低，風味愈淡；而愈北則糖酸度愈高；風味愈濃。雖然採果期北部較南部晚約一個月，然由前述知果實成熟後期30天內糖度僅增加 1.0° Brix 以內，則由南到北 3° Brix 之差異並非完全由採果期不同

表3. 各椪柑產區果實品質及葉片三要素含量差異

Table 3. Comparison of fruit quality and leaf untrients Content of Ponkan grown in Various Ponkan Production area in Taiwan

地 區 Name of area	位 置* Location km	樣品號 No. of Sample	採樣日期 Date of Sampling	每果重 Weight/one fruit g	果肉率 Pulp %	果汁率 Juice %	糖度 Total Soluble Solid °Brix	酸量 Acidity g Citric acid / 100g Juice	葉片要素含量 Leaf nutrients Content N	P	K
南部	−52.8 ~ 45.6	4 (檸檬砧)	71/12/1-2	227.2	76.3	60.1	9.2	0.340	3.51	0.136	1.198
		7	72/11/15-17	198.5	77.5	61.8	10.0	0.716	3.54	0.140	1.291
		13 (酸桔砧)	71/12/1-2	210.8	77.6	59.6	9.4	0.398	3.28	0.140	0.960
		18	72/11/15-17	194.6	80.1	63.9	9.2	0.632	3.17	0.136	1.260
東勢A	+ 1.6 ~ 3.6	12	71/11/23-25	175.1	77.5	58.7	10.4	0.432	3.35	0.149	1.212
		13	72/11/7-11	170.8	78.7	53.5	10.6	0.632	3.19	0.126	1.267
東勢B	+ 5.2 ~ 7.6	11	71/11/23-25	177.9	78.0	59.3	10.7	0.528	3.22	0.146	1.115
		11	72/11/7-11	177.6	79.3	57.0	10.9	0.770	3.17	0.133	1.422
卓蘭	+ 9.2 ~ 13.2	21	71/12/9-10	191.2	75.8	57.3	11.4	0.538	3.37	0.147	1.380
		21	72/11/7-11	157.2	78.4	57.0	11.5	0.934	3.30	0.129	1.338
新竹		14	71/12/20-21	184.9	76.4	60.4	11.9	0.494	3.19	0.140	1.160
		15	72/11/28-30	179.7	78.1	57.1	12.3	0.956	3.13	0.134	1.218

* ：與臺灣中心點之垂直距離，向南爲負，向北爲正。

所致。果實酸度隨成熟期而漸減，但東勢與南部地區較早採果而果實酸度却最低，新竹地區最晚採果而酸度最高，即可見愈北果實愈酸之事實，果肉率與果汁率之比較則除南部地區兩年度之果汁率均最高外，餘各區無差異。

年度間之品質比較，則以72年度之果型較小、果皮較薄而酸度顯然高於71年度，糖度亦以72年度略高。雖然72年較71年提早15—30天採果，酸度理應較高，然由71年度南部與東勢之青皮柑酸度 10/19—27採樣）與72年採果期者（11/7—17採樣）相近，顯見72年度果實酸度較高、果實約晚熟15天。

葉片氮含量，兩年度均以新竹地區較低，在3.13—3.19%，餘為3.17—3.54%，其中南部地區之廣東檸檬砧木柑園，其葉片氮含量最高，兩年均在 3.5%，可能

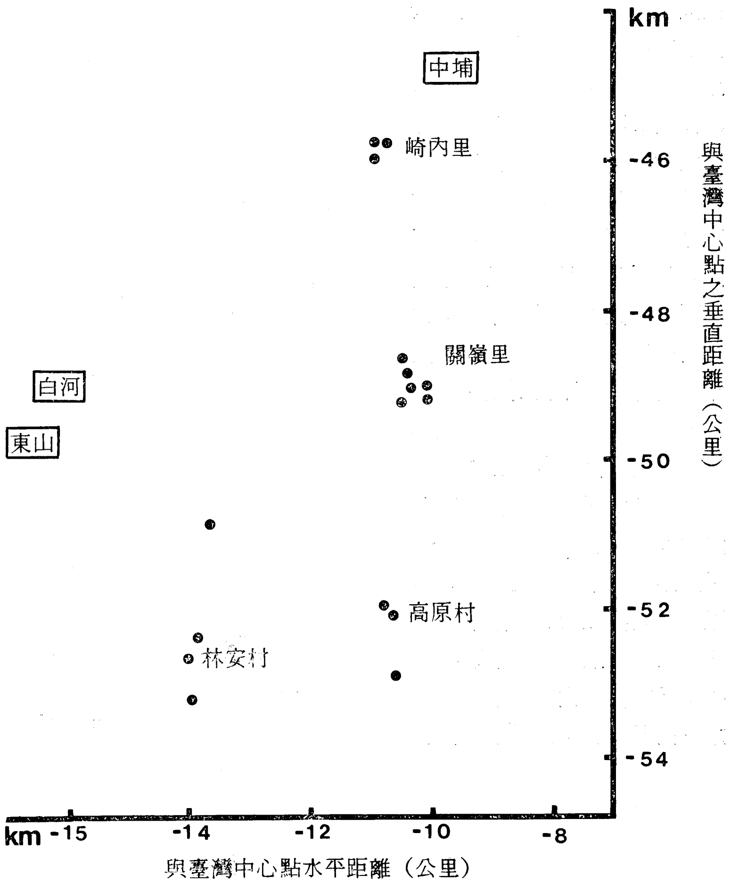


圖4. 白河與東山地區調查果園之地理位置分布

Fig. 4. Distribution of Sample orchards in Paiho and Tungshan area

表4. 72年卓蘭內灣與東勢慶東里之月平均最高溫度與最低溫

Table 4. Mean of maximum, minimum temperature for each month in 1983 of Cholan and Tungshi

月份 Month	卓蘭 Max.	Cholan Min.	東勢 Max.	Tungshi Min.
4	25.9	20.6	28.1	18.5
5	25.5	21.8	27.2	20.7
6	27.8	23.6	29.6	22.4
7	29.6	26.3	32.0	23.2
8	29.3	24.3	30.2	23.1
9	30.2	23.6	31.2	22.9
10	29.5	20.5	27.2	19.1
11	21.9	13.6	21.4	10.6
12	18.8	10.7	16.9	8.6

與其根系為淺根性鬚根廣布於表土有關。葉片鉀含量則兩年以南部最低，其均值分別為0.96%及1.26%；卓蘭最高，分別為1.34，1.38%。兩地區鉀含量之差異，是否與降雨量有關？實值探討。73年度各地區之葉片氮磷含量均低於71年度，而鉀含量則高於71年度，尤其南部地區差異最顯著，即因年度間降雨量不同所致。

三、各地月平均最高溫、最低溫與旬降雨量比較：

圖 5 所示係整理自農業氣象旬報中新竹、臺中、嘉義三氣象站之月平均最高溫與最低溫。最高溫以新竹較臺中、嘉義低約 4°C以內，其中以春冬季差異幅度較大。臺中與嘉義之最高溫相近。最低溫，在春

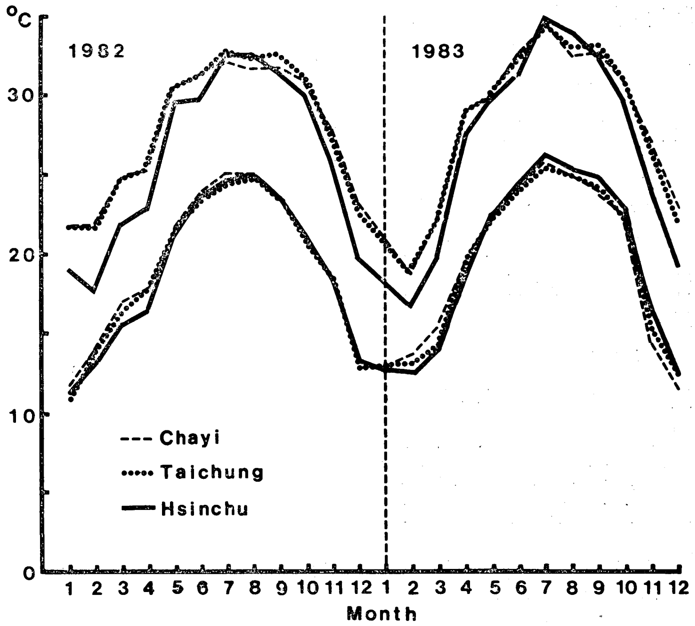


圖5.新竹、臺中、嘉義之月平均最高溫及最低溫

Fig. 5. Mean maximum andlnitnimum temperature of eadr month in Hsinchu, Taichungand Chiayi City.

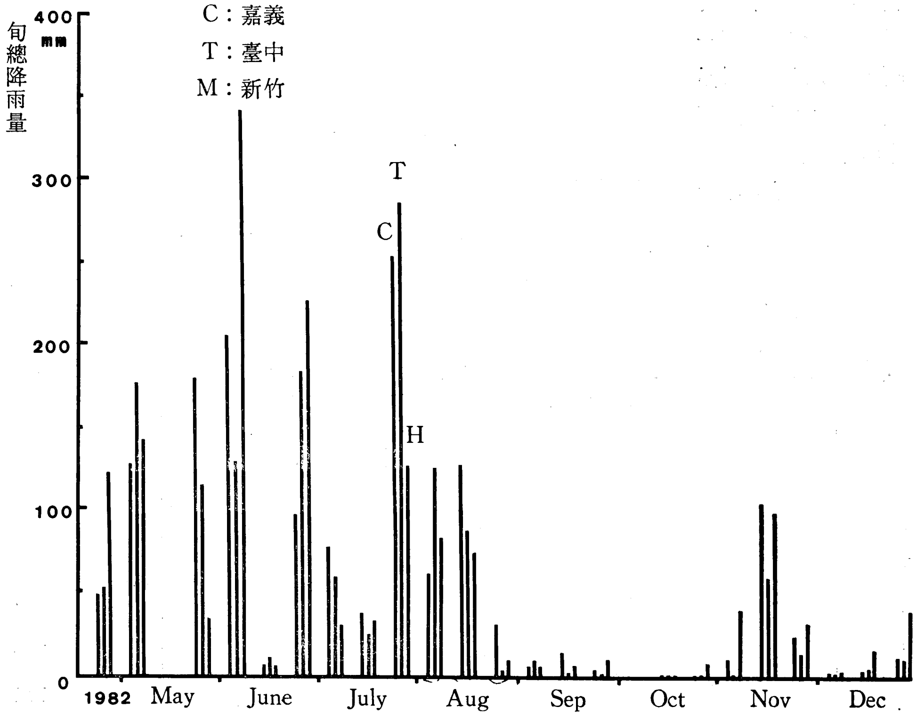


圖6. 新竹、嘉義、臺中地區71年 5 月至12月間之旬總降雨量

Fig. 6. Precipitation per tendays in Hsinchu, Taichung and Chiayi City (May to December, 1982)

季仍以新竹地區最低，餘差異不大。表4所方係以自記溫度計於卓蘭內灣及東勢廣東里測得。兩處果園之海拔均在450公尺左右。8月以前卓蘭之最高月均溫均遠低於東勢。春季溫度低成爲卓蘭及新竹地區春萌及開花期較東勢及南部地區晚約1—2星期之原因。而其最高月均溫較低，則可能使柑樹之呼吸速率較低，有助於光合產物之累積。而秋冬季之氣溫則又使酸度之衰退較慢，而有愈北果實糖酸度愈高之事實。

圖6與圖7雨量資料顯示71年5月至8月間各地降雨量豐沛，9月及10月雨量少，至11月及12月新竹尚降雨 200mm，其他兩地區爲 90mm。但72年度6月下旬至8月中旬間各地雨量均少，8月下旬僅南部雨量較多，此後各地雨量均少。全年總降雨量72年度遠低於71年。乾旱使72年度果實較小而糖酸度較高，葉片要素含量則具氮磷含量較低而鉀含量較高。東勢與卓蘭地區雖無實測雨量資料，然據當地農民言東勢地區因山高，其雨量均較卓蘭豐沛。72年卓蘭之果實最小，顯示受乾旱之影響最顯著。

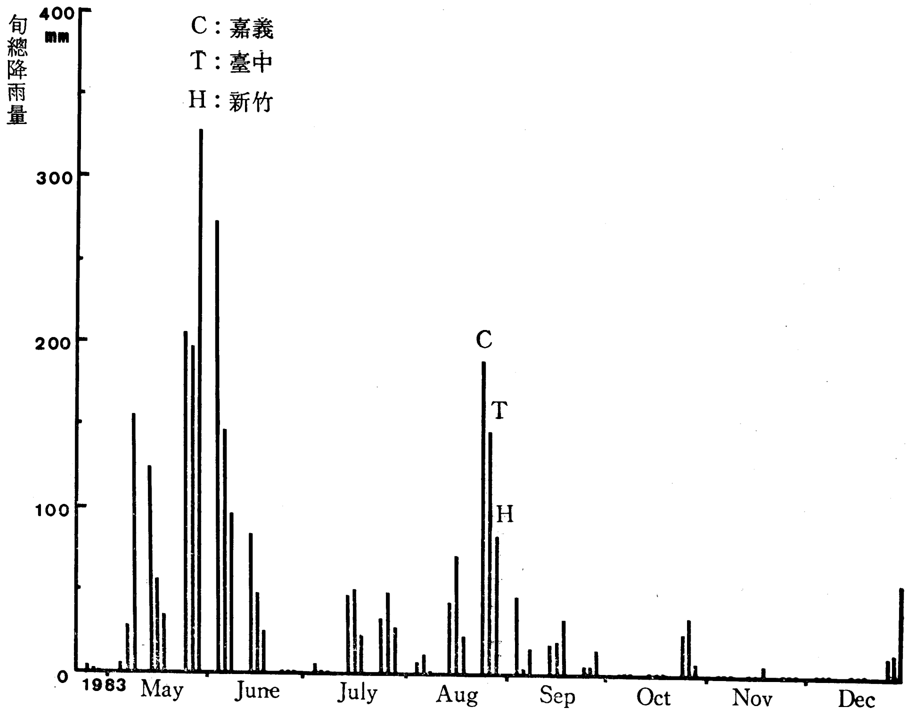


圖7. 新竹、嘉義、臺中地區72年5月至12月間之旬總降雨量

Fig. 7. Precipitation per ten days in Hsinchu, Taichung and Chiayi City (May to December, 1983)

結　　論

由上述資料綜合而知：新竹與卓蘭地區之月平均最高溫常較東勢及南部地區低約 1—4°C。春季溫度較低使新竹與卓蘭地區之春梢萌發與開花期較晚；而秋冬季溫度較低使果實酸度之衰退慢，但利於光合產抑之累積，故此二地區之果實晚熟，但糖酸度較高。而東勢與南部地區早花，果實早熟但糖酸度較低。

72年度乾旱使果實較小而糖酸度較高，其中以卓蘭地區所受影響最顯著。而71年度8月以前之雨量充足，利於氮磷之吸收，使葉片氮含量較高而鉀濃度較低，反之乾旱則使72年度葉片磷含量較低，鉀含量較高。

本試驗之果實品質分析用樣品係逢機採取，因此其品質受樣品果實大小所影響，又坡地果園之微氣候受地形之影響甚大，因此本試驗將繼續於幾處代表果園，實地記錄氣溫與降雨量，並以同樣大小之果實比較其品質之差異，以進一步證實本篇所獲之結論。

參考文獻

1. 范念慈1961施用不同量鉀肥對椪柑葉片在不同季節鉀含量之研究。中國園藝7（4）：24—28。
2. 范念慈1978不同根砧對椪柑葉內無機養分及果實品質之影響。中國園藝24（4）：145—148。
3. 張祖亮、林樸、鄭正勇1981臺灣椪柑產區營養狀況之研究—不同根砧對葉片無機養分及果實品質之影響。中國園藝27（2、3）：73—77。
4. 郭國恩1976桶柑氮肥不同施用量對葉片營養及品質產量影響研究。農林廳65年土壤肥料試驗報告71—90。
5. 方祖達、張國良、區少梅、林國明1977臺灣椪柑品質之調查（二）北部產區椪柑品質與結果枝長短之關係。中國園藝23（2）：57—69。
6. 宇都宮直樹、片岡郁雄、苫1982ウンシユウミカン果實の成熟と及ぼす實果溫度の影響。日園學雜誌51（2）：135—141。
7. 岩恆功、加藤義昌1982ウンシユウミカン果實の初期生長と品質の關係。日園學雜51（3）：263—359。
8. 新居直祐、原田公平、門 邦泰1970溫度が溫州ミカンの果實の肥大ならびに及ぼす影響。日學園雜39（3）：309—107。
9. Anderson, C. A. 1966 Effect of phosphate fertilizer on yield and quality of 'Valevica' oranges Proc. Fla. State Hort. Soc. 79 : 36-40.
10. Calvert, D. V. 1973 Response of 'Marsh' grapefurit trees in the Indian River area to potassium application-yield and fruit quality. Proc. Fla State. Hort. Soc. 86 : 13-19.
11. Cohen, A., J. Lomas, and A. Rassis 1972 Climatic effects on fruit shape and peel thickness in 'marsh seedless' grape-fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(6) : 768-771.
12. Constanin, R. J., R. T. Brown, and H. J. Braud, Jr. 1975 Citrus Yield and quality as affected by subsurface irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(5) : 453-454.
13. Cooper, C. A., A. Peynado, J. R. Furr, R. H. Hige man, G. A. Cahoon, and S. B. Boswell 1963 Tree growth and fruit quality of valencia oranges in relation to climate. Pro. Amer Soc. Hort. Sci. 82 : 180-192.
14. Deszyck, E. J., R. C. J. Koo, and S. V. Ting 1958 Effects of potash on yield and quality of 'Hamlin' and 'Valencia' orange. Proc. Soild Crop Sci. Fla. 18 : 129-135.
15. Embleton, T. W., W. W. Jones, and A. L. Page 1967 Potassium and phosphorus effect on deficient 'Eureka' lemon trees and some salinity problems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 120-127.
16. Embleton, T. W., H. J. Reitz and W. W. Jons 1973 Citrus fetilization The Citrus Indurstry 3rd ed. Chap 5 : 122-172, W. Reuther.
17. Erickson, L. C. and S. J. Richands 1955 Influence of 2, 4-D and Soil moisture on Size and quality of valencia oranges. Proc. Amer. Soc. Hor. Sci. 65 : 109-112.
18. Hilgeman, R. H. and F. O. Sharp 1970 Response of 'valencia' orange trees to four soil water schedules during 20 years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 739-745.
19. Koo, R. C. J. 1963 Nitrogen and potassium rates study on lemon Fla. Agr. Expt. Sta. Ann. Rpt. 235-236.
20. Koo, R. C. J., T. W. Young, R. L. Reese and T. W. Kesterson 1974 Effects of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4) : 289-291.
21. Jones, W. W. and T. W. Embleton 1958 The visual effect of nitrogen nutrition on fruit of valencia oranges. Proc. Amer. Sco. Hort. Sci. 73 : 234-236.
22. Jones, W. W. and T. W. Embleton 1967Yield and fruit quality of 'washington' Novel oranges trees as related to leaf nitrogen and nitrogen fertilization. J. Amer. Scoc. Hort. Sci. 91 : 133-142.

23. Jones, W. W., T. W. Embleton, S. B. Boswell, G. E. Goodall, and E. L. Barhant 1970 J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(1) : 46-47.

24. Levy, Y., A. Bar-Akira, and Y. Vaadia 1978 Influence of irrigation and environmental factors on grapefruit acidity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(1) : 73-76.

25. Rasmussen, G. K., A. peynado, R. H. Hilgeman, J. R. Furr, and G. Gaboon 1966 The orgamic acid cmtent of valencia oranges from four locations in the United States. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 206-210.

26. Reese, R. L., and R. C. J. Koo. 1975 Effects of N and K fertilization on internal and external fruit quality of three major Florida orange cultivars. J Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4) : 425-428.

27. Reese, R. L. and R. C. J. Koo 1976 Influence of fertility and irrigation on yield and leaf and soil analysis of 'Temple' orange. Poc. Fla. State. Hort. Soc. 89 : 46-48.

28. Koo R. C. J. and R. L. Reese 1977 Fertility and Irrigation Effects Effects on 'Temple' orange. II furit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(2) : 152-155.

29. Reitz, H. J., and R. C. J. Koo 1960 Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield, fruit quality, and leaf analysis of 'Valencia' orange. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 75 : 244-252.

30. Reuther, W., G. K. Pasmussen, R. H. Hilgeman, G. A. Cahoon 1969 A Comparison of maturation and composition of 'Valencia' orange s in some major subtropical zones of the United States. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 144-157.

31. Reuther, W. 1973 Climate and Citrus behavior. in "The Citrus Industry" chap 9 3rd Ed., edited by W. Reuther. P. 280-333.

32. Scorza, R. L. Janicki, W. J. wiltbank, M. Rojas, and F. Aliaga 1982 Comparison of Sweet Orange quality in diverse tropical cilimates of Bolivia. Hort Sci. 17(6) : 974-976.

33. Sites, T. W., H. J. Reitz, and E. J. Deszyck 1951 Some results of irrigation research with Florida citrus. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 64 : 71-79.

34. Smith, P. F. 1963 Quality measurements on selected sizes of Marsh grapefruit from trees differentially fertilized with nitrogen and potash. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 316-321.

35. Smith, P. F., G. K. scudder, Jr., and G. Hynciar 1968 A Comparison of nitrogen sources, rates and placement on the performance of 'Pineapple' orange trees. Proc. Fla. State Hort. Sci 81 : 25-29.

36. Syvertsen, J. P. and L. G. Albrigo 1980 Some effects of grapefruit tree Canopy positiion on micr-oclimate, water relations, fruit yeld and juice quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(3) : 454-459.

37. Tucker, D. P. H. and W. Reuther 1967 Seasonal trends in composiiton of processed 'Valencia' and 'Navel' oranges from major Climatic zones of California and Arizona. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90 : 529-540.

38. Wallace, A, S. H. Cameron, and P. A. T. Wieland 1955 Variability in Citrus fruit characteristic, including the influences of position on the tree and nitrogen fertilizer. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65 : 99-108.

39. Wutsoher, H. K. 1976 Influence of nighttemperature and dry length oncfruit shape of grapefruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(5) : 573-575.

40. Young, R., F. Mereolith, and A. Purcell 1969 Red blush grapefruit quality as affected by controlled artificial Olimates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(6) : 672-674.

41. Young, L. B. and L. C. Erickson 1961 Influence of temperature on color change in Valencia oranges. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78 : 197-200.

42. Kefford, J. F. and B. V. Chandler 1970 "The Chemical Constitents of Citrus Fruits" Chap 2 General composition of citrus fruits P. 4—22. Supplement 2, Advances in Food Research, Academic Press, New York and London.

Influence of temperature and precipitation onfruit qulity and leaf nutrients content of ponkan (*Citrus reticulata,* Bla nco) from major ponkan production areas in Taiwan[1]

Su-San Chang, Fong-Shen Lee, and Wan-Lih Wu[2]

Summary

The variation in fruit quality and leaf nutrients content of ponkan (*Citrusreticulata,* Blanco) from 80 orchards distributed in major ponkan production area in Taiwan were investigated fortwo years (1982 and 1983). The 3rd leaves from non-fruiting spring flushes were taken in August or September for leaf analysis. Eight fruits taken from the same direction of the skirts ofeight trees (i. e., one fruit per tree) were grouped together for analysis of its quality. Mean value of the data of four directions represented the fruit quality. Mean value of data of four directions represented the fruit quality of orchard. The variation in fruit quality and nitrient content in leaf as related to climate were discussed. The effects of fruit size, time of sampling, and direction of sample taken on fruit quality were also discussed. The results are summarized bellow :

1. Within 30 days of the fruit maturation stage, a 25g to 40g increase in fruit weight, less than 1°Brix increase in total soluble solid content (TSS), and 40% decrease in fruit accidity werefound.
2. Both the TSS and acidity in fruit increased but the TSS to acidity ratio decreased as the fruit size decreased . Fruit taket from southern or eastern side of the tree frequently had lower acidity than that from the other sides directions uually.
3. The difference in mean maximum temperature per month between Chiayi (in southern Taiwan) and Hsinchu (in northern Taiwan) was 1° to 4°C. The lower temperature in spring of Hsinchu and Cholan area resulted in two weeks delay in timing of spring flush and flowering and 30 days delay in fruit maturation as compared to those of Tungshi, Chiayi, and Tainan areas.
4. Larger, juicer fruits with lower suger content and lower acidity were found to correlate with the warmer and rainy summer time weather of southern Taiwan, while higher sugar and acid content were associated with the cooler weather of northern Taiwan.
5. Water stress occurred from June 10th to August 10th, 1983 resulted in smaller fruit with higher sugar and acid content, lower leaf N and P but higher leaf K content as compared to those foundin 1982. From May to August, 1982, t ere were ample and evenly distributhed rainfall.

---

1. Contribution No. 1325 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Soil Scientist, assistant, and project assistant, respectively, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 41301, ROC.

環境因子對 HN 501 藍綠藻生長的影響[1]

簡宣裕　林錫錦[2]

摘要：本試驗目的在探討溫度、pH、照度等生理因子及氮肥形態、微量元素對 HN 501固氮藍綠藻生長之影響。試驗結果顯示此株固氮藍綠藻生長合適溫度爲 30°C 至 35°C，低於 30°C時生長趨勢迅速減小。pH 8 時此株藻產量最高，低於 pH 7 則生長不易，而在 pH 3 時完全不能生存。照度 5,000Lux 以下時生長緩慢，最適照度爲 7,000Lux 至 9,000Lux。氮肥以硝酸態氮比銨態氮較容易被此株藻吸收利用，硝酸鹽濃度 1 mM 時較適合藻的生長需要，銨鹽濃度爲 5mM 時便會抑制藻的生長。若不添加氮營養分於培養液中雖然藻還可生存，但是生長情形不好。缺乏硼、錳、鈷、銅、鋅、鉬中任何一種微量元素及鐵，則此株藻完全不能生長，但培養液用自來水配製，不需添加微量元素及鐵，此藻也能繁殖良好。藻生長初期由外界水溶液吸收氮源，固氮活性小，待異型細胞出現頻率較大時，此株藻固氮活性才會激增。

本試驗室曾觀察比較 10 株固氮藍綠藻與化學氮肥對水稻生長之影響，發現其中一株固氮藍綠藻 HN 501 品系在盆栽水稻各生長階段能提供部分氮肥之肥效[1]。故擬加以探討外界生理因子對此藻之影響，或許能利用來提高此藻特性以減少水田氮肥使用量，節省生產成本及水源品質之維護。

材料與方法

將固氮藍綠藻 HN 501 接種於表 1 培養基中進行下列試驗：

表 1.　藍綠藻培養基(5)

化合物	量 (g/liter)
$NaNO_3$	1.5
K_2HPO_4	0.04
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.075
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0.036
Citric acid	0.006
Ferric ammonium citrate	0.006
EDTA (disodium magnesium salt)	0.001
Na_2CO_3	0.02
Trace-metal mix[a]	1ml/liter

120°C、15磅壓力下殺菌15分鐘後冷却。

a.　H_3BO_3 2.86g/liter, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 1.81g/liter
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.222g/liter, $NaM_0O_4 \cdot 2H_2O$ 0.39g/liter
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.079g/liter, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 0.0494g/liter

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1326 號。
2.本所農化系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

一、溫度對固氮藍綠藻生長的影響：

於 15°C、20°C、25°C、30°C、35°C 五種溫度處理下，三重複在7,000 Lux照度培養於1,000ml 燒杯中。

二、pH 對固氮藍綠藻生長的影響：

將培養液之酸碱度調至 pH 3、4、5、6、7、8、9，計七處理，三重複，於 1,000ml 燒杯中培養藻，在溫室進行。

三、照度（Lux）對固氮藍綠藻之影響：

固氮藍綠藻接種於培養基後置於1,000、3,000、5,000、7,000、9,000 Lux 照度下培養。三重複於 440 cm^2 盆中生長。

四、培養基中不同氮源及濃度對於固氮藍綠藻的影響：

此試驗培養基除氮源濃度、氮源不同於表 1 外，其他培養基成分皆與表 1 相同。試驗處理如下：

氮源及氮源濃度：

a. 0.5mM $NaNO_3$
b. 1mM $NaNO_3$
c. 5mM $NaNO_3$
d. 10mM $NaNO_3$
e. 0.5mM NH_4Cl
f. 1mM NH_4Cl
g. 5mM NH_4Cl
h. 10mM NH_4Cl
i. −N（不加氮源於培養基中）

各處理三重複，於 7,000Lux、30°C 下培養藻。

五、鐵及微量元素硼、鉬、錳、鈷、銅、鋅對固氮藍綠藻影響：

於培養基中不添加鐵及微量元素，觀察藻的生長情形。

六、HN 501 固氮藍綠藻之生長與固氮活性、水溶液氮濃度變化的關係：

藻 0.9cm^2 接種於 250ml 三角瓶中，內含 150ml 培養基，於適當時間測定三角瓶內之固氮活性，及取水樣品測定水溶液中氮濃度。並觀察藻長滿三角瓶水平面所需之時間及藻生長過程中外觀形態變化及異型細胞（Heterocyst）出現的比例。

七、水溶液中氮濃度測定：

5ml 水溶液樣品加 0.1ml 濃硫酸，煮沸至無白煙出現於分解瓶中，稀釋成 50ml，取定量體積樣品以擴散法測定全氮量。

1.固氮活性測定：

含固氮藍綠藻之三角瓶，用血清塞塞住，瓶內換入12%乙炔，經 1 小時後抽取瓶內 1ml 氣體用氣相色層分析儀測量整個瓶內藻的固氮活性。

九、異型細胞觀察：

於顯微鏡放大400倍下，測定異型細胞與正常細胞。

結果與討論

一、溫度對 HN 501 固氮藍綠藻的影響：

固氮藍綠藻於不同溫度下培養10天後，其結果為生長於 15°C 至 20°C 時比較不合適，於 30°C 至 35°C 最有利此藻繁衍（圖 1）。可見此株藻對溫度的適應性，以夏季型高溫氣候較能適應，而以春冬溫度較低氣候不合適藻的生長 [4]。

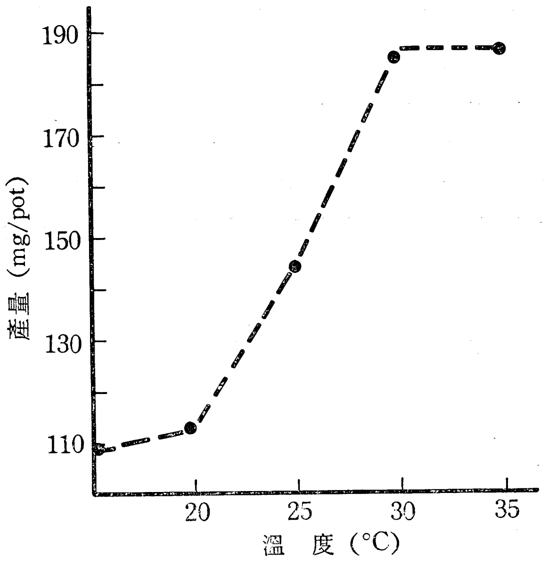


圖1. 溫度對 HN 501 固氮藍綠藻生長的影響

二、pH 對 HN 501 固氮藍綠藻的影響：

培養液中酸碱度低於 pH 7 時此株藻生長受到抑制，此時藻株顏色由原來之綠色變成黃綠色、黃色，pH 低於 3 以下之酸性培養液，此株藻完全不能生存，培養液之 pH 介於 8 至 9 之間最合適此藻生長（圖 2）。臺灣一般水田土壤水溶液 pH 低於 7 以下，不適合此株藻的生殖，只有加入適當量

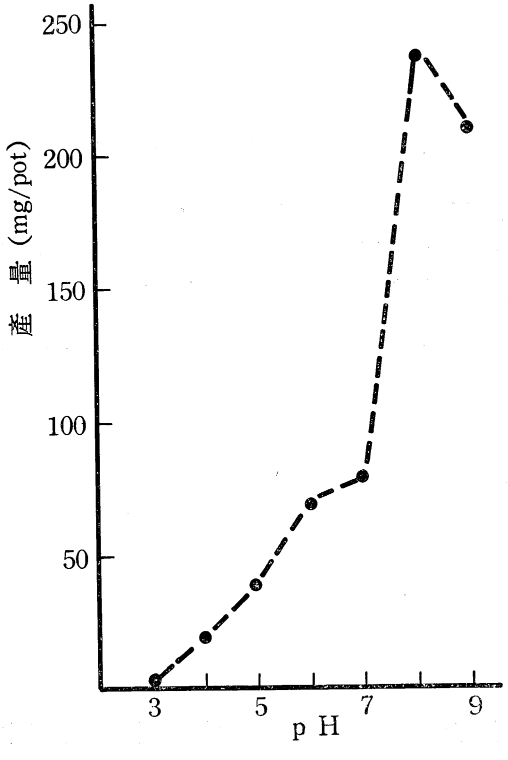


圖2. pH 對 HN 501 固氮藍綠藻生長的影響

之碳酸鈣或其他石灰性物質於水田中以提高 pH 值，才能提供 HN 501 藻株較適合的生存環境，使藻族羣能茂盛的生長。

三、照度對 HN 501 固氮藍綠藻的影響：

固氮藍綠藻接種於培養基後，放置在 1,000、3,000、5,000、7,000、9,000 Lux 照度下培養後，可得知 1,000 Lux 至 5,000 Lux 低照光度時生長緩慢，當照度超過 5,500 Lux 則藻的生長勢顯著地增加，而於 7,000 Lux 至 9,000 Lux 時達到最高點（圖3）。由溫度、pH、照度之試驗結果可知此株固氮藍綠藻生長最適環境條件是溫度 30°C 至 35°C、pH 介於8至9之間、照度 7,000 Lux 至 9,000 Lux。

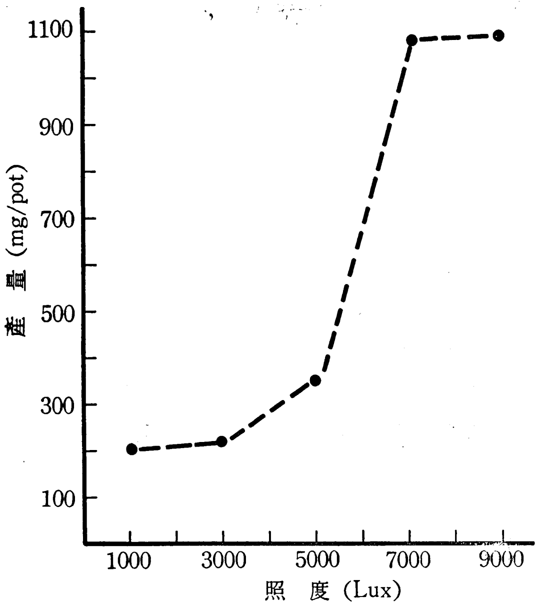


圖3. 照度對 HN 501 固氮藍綠藻的影響

四、氮源、氮源濃度與 HN 501 固氮藍綠藻生長的關係：

此株藻對於硝酸態氮較喜歡，銨態氮則有抑制生長的情形。5mM 硝酸態氮時可得到較高藻產量，當銨態氮濃度為 10mM 則此藻便完全沒有生存的機會了（表2）。雖然此株藻可由空氣中固定氮素維持生命狀態，但藻族羣生長不旺盛，故添加外來之化學氮源於培養液中，可有效地促進藻族羣的繁衍[2,3]。

表2. 氮源及氮源濃度對 HN 501 固氮藍綠藻產量的影響（mg/pot）。

濃度	硝酸態氮	銨態氮	L. S. D.	
			5 %	1 %
0.5mM	183	61	6	13
1mM	203	60	17	40
5mM	227	32	38	87
10mM	225	0	33	76

五、缺乏微量元素對 HN 501 固氮藍綠藻生長的影響：

此株藻缺乏鐵、鈷、鉬、錳、硼、銅、鋅中任何一種元素，則完全不能繁殖。但培養液用自來水或地下水配製時，在沒有加入微量元素的情況下仍然可以使此株藻正常的生長。故由此可知本省大部分灌溉水中及土壤之微量元素含量，足以供給此株藻生長發育，藻生長於水田中而缺乏微量元素的可能性是很小。

六、HN 501 固氮藍綠藻之生長與固氮活性、水溶液中氮濃度之關係：

固氮藍綠藻 $0.9cm^2$ 接種於 250ml 三角瓶內，水平面面積為 $30.9cm^2$，經過84小時後，藻便可長滿整個水平面。故可估計此株藻在環境條件良好情況下，每隔16.5小時便可以增長 1 倍。由圖 4 知

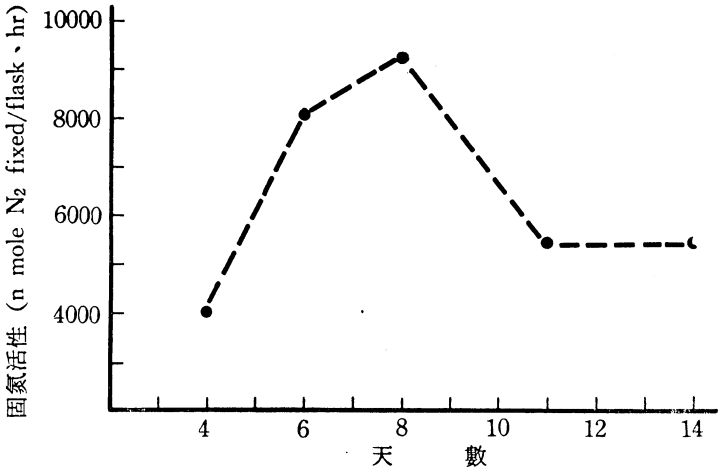


圖4. HN 501 固氮藍綠藻生長期間固氮活性

道藻生長 4 天後，整瓶藻的固氮活性只有4,070 n mole N_2 fixed/flask、hr，此時藻剛長滿三角瓶水平面，藻取樣於顯微鏡下觀察，幾乎沒有異型細胞（圖 5）出現，水溶液中氮濃度由原來之 2.5mM

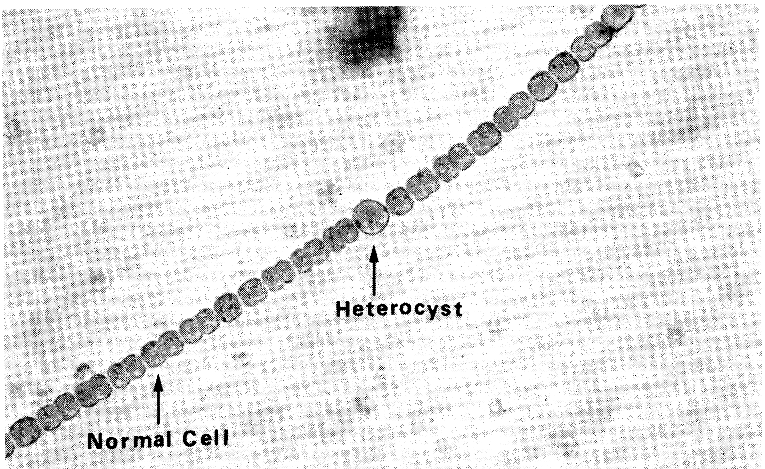


圖5. HN 501 固氮藍綠藻異型細胞

表3. 培養液中氮濃度變化

天數		氮濃度 (mole/l)
原	液	2.5
4	天	2.1
6	天	1.3

減少變爲2.1mM (表3)。藻生長至第6天時整瓶固氮藍綠藻固氮活性增至8,100 n mole N_2 fixed/flask、hr，水溶液氮濃度爲 1.3mM，異型細胞出現之頻率爲7.9%，至第8天時，瓶內藻之固氮活性最高可達 9,200 n mole N_2 fixed/flask、hr，於第11天時固氮活性迅速減少只有 5,364 n mole N_2 fixed/flask、hr。此藻生長特性，由試驗結果可知道當藻長滿水面時，藻的增長便停止，然後經過5天後藻便迅速老化，開始有部分藻下沉於盆底的現象。故可確知此藻於增殖生長期的時候由外界水溶液中吸收氮素養分量比所釋放出之有機態氮 [6] 量多，此時異型細胞少，固氮活性小，待增殖生長期完成後，異型細胞出現較多時，固氮活性可以激增，當藻老化分解後才可能釋出有效量氮養分供給作物利用。

六、參考文獻：

1. 林錫錦、簡宜裕．1983．固氮藍綠藻對水稻生長之影響。七十二年度農林廳各試驗場所試驗研究報告。Page：314-324。
2. Huang T. C., Establishment of nitrogen-fixing blue-green algae in the rice field. Proceedings of ROC-Japan seminar on promoting nitrogen fixation in agriculture. Page : 67-73.
3. John C. M., coff, John S. C., and C. S. Enderlin. 1983. Regulation of expression of nitrate and dintrogen assimilation by Anabaena species. Applied and environmental microbiology. 45(4) : 1351-1359.
4. Roger P. A., and S. A. Kulasooriya. 1980. Blue-green algae and rice. The internationtal rice research institute. LosBaos, philippines.
5. Stainer R. Y., Kunisawa R., Mandel M., and G. Cohen-Bazire. 1971. Purification and properties of unicellular blue-green algae. American soci. of microbiology. 35 : 171-205.
6. Willian D. P. Stewart. 1966. Nitrogen fixtion in plants. Lecturer in Botany at Westfield College, university of London. Page : 65-66.

The Effect of Environmental Factors on the Growth of HN 501 Blue-Green Algae

S. Y. Jean and C. J. Lin

Summary

The purpose of the experiment was to investigate the effect of temperature、pH、light intensity on the growth of HN 501 blue green algae. We also studied nitrogen source、nitrogen concentration and microelement affecting the growth of the algae.

The results showed that suitable conditions for the algae growing were as the followings: 1. temperature was between 30°C and 35°C 2. pH was above 7.0 and below 9.0 3. light intensity was bounded in 7,000 Lux to 9,000 Lux interval. Nitrate was more accepted by the algae than ammonium. If ammonium concentration was above 5 mM or the solution lacked of one of B. Mn. Mo. Co. Cu. Zn microelement and Fe, the growth of the algae would be inhibited. The doubling time of the algae was 16.5hr.

During the early growing stage, the algae absorbed more nitrogen quantity than released and the nitrogenase activity of the algae was weak. When more heterocyst frequency appeared, the nitrogenase activity of the algae could rise abruptly.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36 (1) : 94~104 (1987)

感染唐菖蒲之菜豆黃化嵌紋病毒之鑑定、純化及血清學研究[1]

許秀惠　黃秋雄　張清安[2]

摘要：自本省北部、中部及農試所農場之唐菖蒲栽培田採集疑似毒素病病株，經單斑分離並接種於適當寄主後，以電子顯微鏡觀察病毒顆粒均爲長絲狀，平均長度爲743nm。由寄主反應、物理性質測定、電顯觀察病葉組織切片內含體之構造及 ELISA 之測定結果，判斷本病毒爲菜豆黃化嵌紋病毒 (bean yellow mosaic virus, BYMV)。以等密度平衡離心法 (equilibrium density centrifugation)純化接種B-3分離株之菸草(*Nicotiana benthamiana*)病葉，估計每百克病葉組織可獲得 10—12毫克之純化病毒。紫外光譜吸收儀測得 A260/280 之吸收比值爲1.21。由 B-3分離株之純化病毒注射入兔子體內所產生之抗血清，以瓊脂免疫擴散試驗測得之血清力價爲¼。該抗血清與來自本省其他四個分離株(B-2, B-4, B-5, B-7) 均能形成明顯沈澱帶 (precipitin bands) 且互爲融合，證明前述四個分離株與 B-3 分離株具有相同血清類緣關係。又自國外所收集之五種不同來源之 BYMV 抗血清經瓊脂免疫擴散試驗所得結果，本省之分離株不但與 BYMV 第Ⅰ羣病毒之抗血清形成沈澱帶，同時亦與 BYMV第Ⅲ羣者有反應，顯示本省之分離株具有 BYMV第Ⅰ羣及第Ⅲ羣之血清類緣特性，但與 BCMV, BICMV, CAMV及SMV等病毒均無血清類緣關係。

唐菖蒲(*Gladiolus hybridus* Hort.)俗稱劍蘭、福蘭，屬鳶尾科球根花卉，一般用於切花及庭植觀賞。本省主要產區爲陽明山、后里、埔里及北斗一帶。根據國外報告[19,31]，至少有7種病毒可感染唐菖蒲，其中以菜豆黃化嵌紋病毒 (bean yellow mosaic virus, BYMV)、胡瓜嵌紋病毒 (cucumber mosaic virus, CMV)、菸草輪點病毒 (tobacco ringspot virus, TobRSV) 及蕃茄輪點病毒 (tomato ringspot virus, TomRSV) 等四種較常發生[4,19]。在美國唐菖蒲之栽植則以BYMV發生較爲普遍[24]。1977年，Zettler 等曾報告[36]，美國佛州所種植之唐菖蒲至少有80%感染BYMV；晚近Nagel等[24]發現佛州之唐菖蒲罹患 BYMV 已高達92%，可知唐菖蒲感染BYMV在美國佛州似有逐年增加之趨勢。

本省有關BYMV之研究，僅見於1977年徐氏[1]之論文。徐氏[1]從唐菖蒲上分離之長絲狀病毒依其寄主反應、物理性質及病組織內含體形狀之觀察加以鑑定，並以糖梯度離心法純化該病毒，然未與國外病毒做血清學特性之比較。近年來筆者等曾作田間初步調查，發現主要產區之唐菖蒲植株罹患毒素病相當普遍，以電子顯微鏡觀察，發現大部分病株均含有一種長絲狀病毒粒子。本文將分離所得之病毒加以鑑定、純化並製作抗血清，同時又進一步瞭解本病毒之血清類緣特性。

1.臺灣省農業試驗所研究報告第 1327 號。

2.本所植物病理系助理、副研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峯鄉

材料與方法

一、供試病毒來源、分離及保存：

供試五個病毒分離株分別採自臺中縣后里鄉（代號B-2, B-3及B-4），臺北陽明山（代號 B-5）及農試所農場（代號B-7）等地之唐菖蒲栽培田，經*Chenopodium quinoa*三次單斑篩選而得。各分離株均分別繁殖於豌豆（*Pisum sativum* 'Alaska'）上備用。

二、病毒之鑑定

1.寄主範圍測定：

取B-3及 B7二個分離株，分別以汁液接種法接種於7科40種植物上(表一)。接種後將植物移置網室內，定期觀察並記錄病徵發展。經一個月後將無病徵者以汁液接種法回接至*Chenopodium quinoa*葉片上，檢定是否有潛伏感染。另將B-3分離株以穿刺法回接至唐菖蒲上，以觀察病徵之發展。

2.物理性質測定：

繁殖於豌豆上之B-3及B-7二個分離株，經10—12天後，採病葉磨碎，過濾後仿照許等[2]方法，測定耐熱性(thermo inactivation point, TIP)，耐稀釋性（dilution end point, DEP）及耐保存性（longivity in vitro, LIV），並以*Ch. quinoa*爲生物檢定之局部單斑植物。

3.電子顯微鏡觀察：

(a) 病毒形態觀察：繁殖於豌豆上的五個病毒分離株，採集病葉分別置於玻片上切碎，以2％磷鎢酸（phosphotungstic acid, PTA, pH7.0）做陰染，觀察病毒形態，並以B-3分離株爲代表測定100個病毒顆粒之長度，求其平均值。

(b) 病組織超薄切片觀察：以繁殖 B-3及 B-7之豌豆病葉及未接種之健葉爲材料，超薄切片之製作過程仿照 Edwardson 等[12]方法略加修改，即以丙酮脫水代替酒精，並以 Spurr's 配方包埋[29]。切片並經醋酸雙氧鈾及檸檬酸鉛雙重染色後，以電子顯微鏡（JOEL-100S）觀察病組織中之內含體。

4.酵素結合抗體檢定(Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)：

ELISA法係仿照Clark等[8]及Voller等[37]所述之方法進行。供試抗原包括B-2, B-3, B-4, B-5及B-7等五個分離株及一個已知 BYMV分離株(亞蔬中心，S. K. Green提供)。供試BYMV抗血清亦由亞蔬提供。反應吸收值以酵素結合抗體測讀儀(Flow Multiskan MC型)直接測讀。

三、病毒之純化、抗血清製作及力價測定

1.病毒純化：

以接種B-3分離株約12—13天之菸草（*Nicotiana benthamiana*）病葉爲純化材料。病毒純化仿照黃等[17]以等密度平衡離心法純化矮南瓜黃化嵌紋病毒之方法略加修改。即以0.5M磷酸鉀鹽緩衝液，內含 0.03M EDTA及0.2% Na_2SO_3, pH 7.5 爲萃取緩衝液，以高速離心（30,000 rpm, 90分，Hitachi RP50-2 rotor)濃縮病毒來代替聚乙二醇(PEG-6000)濃縮法，初步純化之病毒懸浮液混合25%（w/w）之硫酸銫（Cs_2SO_4）後，以Hitachi RP65-T rotor, 38,000rpm，離心22—24小時（$w^2t=1.28\times10^{12}$ rad/s）。純化所得之病毒以紫外線光譜儀（Hitach 220S）測定病毒純度，並估計病毒產量。

2.抗血清製作及力價測定：

將純化之病毒懸浮液1毫升（含2毫克之純化病毒）等量混合補助劑（complete adjuvant）後，經肌肉注射入兎子體內，隨後每週以等量之純化病毒混合補助劑（incomplete adjuvant）注射，共計四次。第五週以後每週進行耳朵靜脈採血，所得抗血清經低速離心後加入 0.02 % NaN_3防腐劑，保存−20°C冰凍箱內。血清力價測定則以SDS—瓊脂免疫擴散法來測定。

四、血清學特性研究

血清學特性之研究係以 SDS- 瓊脂免疫擴散試驗爲主，其方法仿照 Purcifull [26] 及許等 [2] 所述進行。供試抗原爲B-2, B-3, B-4, B-5 B-7等五個 BYMV 分離株。供試BYMV抗血淸分別來自荷蘭 Bos, L.，美國 Gonsalves, D.，意大利 Lisa, V.，美國 Zettler, F. W. 提供之BYMV第Ⅰ羣 clover yellow vein virus (CYVV-P) 及第Ⅲ羣(BYMV204-1)病毒抗血淸及本試驗 B-3分離株純化所製作之抗血淸等六種。除外，供試之抗血淸尙包括黑眼豇豆嵌紋病毒(blackeye cowpea mosaic virus, BlCMV) 及豇豆蚜媒嵌紋病毒 (cowpea aphid-borne mosaic virus, CAMV)，此二種抗血淸均由Gonsalves, D. 提供；菜豆嵌紋病毒 (bean common mosaic virus, BCMV)則由Lisa, V. 提供；大豆嵌紋病毒 (soybean mosaic virus, SMV) 由Lister, R. M. 提供。

結　　果

一、寄主範圍：

供試 B-3及 B-7二個病毒分離株在寄主反應上並無明顯差異 (表一) 。兩個均能感染藜科、豆科及茄科之供試植物，但不感染供試之莧科、葫蘆科及番木瓜科植物。二個分離株於藜科上均形成局部單斑，並沿著葉脈擴散，但於 *Ch. amaranticolor*上單斑會彼此癒合，且形成系統性單斑 (systemic local lesions) 及葉脈黃化、葉片不平整等病徵。在豆科植物上，供試之菜豆 (*Phaseolus vulgaris*) 大部分品種之接種葉均形成壞疽病斑，並沿著葉脈擴散，形成黃化，葉片下捲(epinasty)，系統葉則形成嵌紋及莖壞疽 (stem-necrosis) ，溫度高時甚至整株死亡 (圖一，b) ，但在 *Ph. vulgaris* 'Great Northern 123' 品種上僅 B-3 形成局部性潛伏感染，而 B-7 卻不感染 ，在 *Ph. vulgaris* 'Bountiful'形成嵌紋；供試豌豆(*Pisum sativum*)品種中本病毒不感染*P. sativum* 'Early perfection' 及 'Juwel'，其餘品種皆形成不同程度嵌紋；在蠶豆品種 *Vicia faba* 'Compacta'則形成暗綠斑嵌紋 (dark green mosaic) ；在紅豆品種上B-7爲不感染， B-3則爲潛伏性局部感染。本病毒在供試六種茄科植物中，只感染菸草，它在*Nicotiana benthamiana*上形成嵌紋(圖一，c)，在*N. clevelandii* 上僅爲系統性潛伏感染，在 *N. tabacum* 'Burley 21' (菸草上則爲局部性潛伏感染。以穿刺法將B-3接種至唐菖蒲上經 1 週後，新生長之葉片形成輕微嵌紋 (圖一，a) 。

表一、菜豆黃化嵌紋病毒之寄主反應。

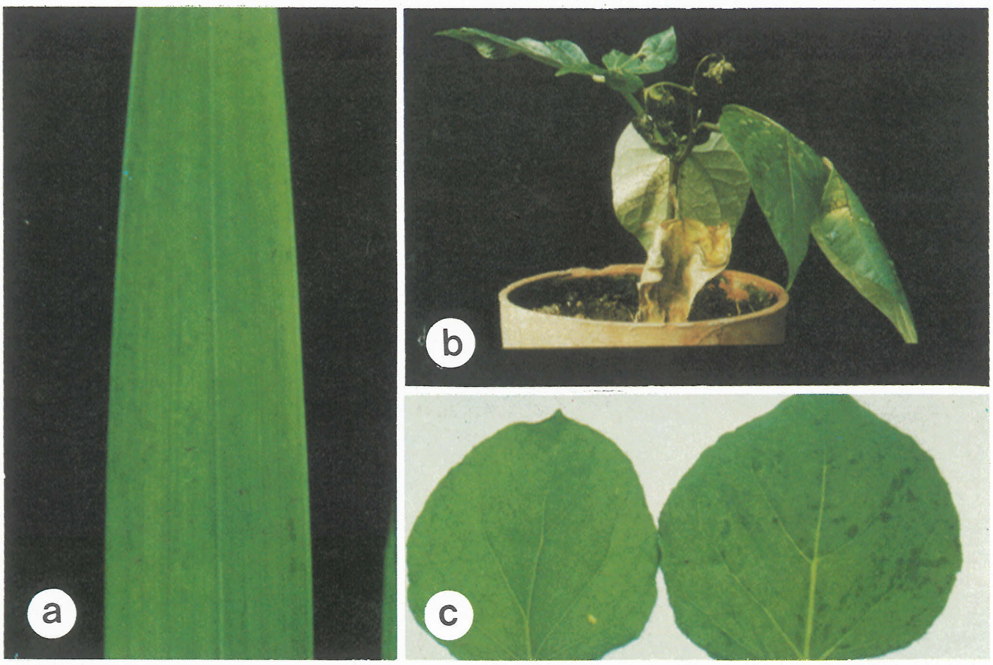
Table 1. Host reactions of bean yellow mosaic virus.

Test plants	Symptoms of BYMV isolates[a]			
	B-3		B-7	
	IL	SL	IL	SL
Amaranthaceae				
Gomphrena globosa	0	0	0	0
Caricaceae				
Carica papaya	0	0	0	0
Chenopodiaceae				
Chenopodium amaranticolor	nll, v-y	nll, v-y	nll, v-y	nll, v-y
Chenopodium quinoa	cll, v-y	0	cll, v-y	0
Cruciferae				
Brassica campestris 'campestris'	0	0	0	0
Brassica juncea	0	0	0	0

續 表 一
Table 1. continued

Test plants	Symptoms of BYMV isolates[a]			
	B-3		B-7	
	IL	SL	IL	SL
Brassica oleracea				
'capitata'	0	0	0	0
'botrytis'	0	0	0	0
Raphanus sativus	0	0	0	0
Cucurbitaceae				
Citrullus vulgaris	0	0	0	0
Cucumis melo				
'Tainan No. 8'	0	0	0	0
'Conomon Makino'	0	0	0	0
Cucumis sativus	0	0	0	0
Cucurbita moschata	0	0	0	0
Cucurbita pepo	0	0	0	0
'Zucchini'				
Leguminosae				
Glycine max	0	0	0	0
Phaseolus vulgaris				
'Black Turtle'	nll, v-n y	nll, m, y, s-n, (d)	nll, v-n; y	nll, m, y, s-n, (d)
'Black Turtle Soup'	nll, v-n y	nll, m, y, s-n, (d)	nll, v-n; y	nll, m, y, s-n, (d)
'Bountiful'	cll; v-y	m	cll, v-y	m
'Great Northern 123'	sl	0	0	0
'Great Northern U. I. 31'	nll, v-n; y	y, v-n, m	nll, v-n; y	y, v-n, m
'Pinto 111'	nll, v-n; y	nll, y, s-n (d)	nll, v-n; y	nll, y, s-n (d)
'Sanilac'	nll, v-n; y	nll, y, s-n (d)	nll, v-n; y	nll, y, s-n (d)
Pisum sativum				
Local var. 'white flower'	sl	sl	y	m
'Alaska'	y	n-v-c, m	y	n-v-c, m
'Drawf gray sugar'	y	n-v-c, m	y	n-v-c, m
'Early perfection'	0	0	0	0
'Juwel'	0	0	0	0
'Koroza'	y	m	y	m
'Taichung No. 11'	y	m	y	m
Vicia faba				
'Compacta'	y	m	y	m
Vigna angularis	sl	0	0	0
Vigna radiata	0	0	0	0
Vigna sesquipedalis	0	0	0	0
Vigna unguiculata	0	0	0	0
Solanaceae				
Datura stramonium	0	0	0	0
Lycopersicum esculentum	0	0	0	0
Nicotiana benthamiana	sl	m	sl	m
Nicotiana clevelandii	sl	sl	sl	sl
Nicotiana tabacum				
'Burely 21'	sl	0	sl	0
'Vam-Hicks'	0	0	0	0

a：符號說明：Expanation of symbols
接種葉inoculated leaves (IL)
系統葉systemic leaves (SL)
不感染no infection (O)
黃化／壞疽局部單斑cholorotic/necrotic local lesion (c/nll)
枯死death (d)
；嵌紋mosaic (m)
；網狀葉脈透化net-vein-clearing (n-v-c)
；無病徵感染symptomless (sl)
；莖壞疽stem-necrosis (s-n)
；莖脈黃化vein-necrosis (v-n)
；黃化vein-yellowing (v-y)



圖一、菜豆黃化嵌紋病毒在各種供試植物上之病徵。
(a) 接種唐菖蒲
(b) 接種菜豆
(c) 接種菸草 (*Nicotiana benthamiana*) 。左：健全。右：病葉。

Fig. 1. Symptoms of bean yellow mosaic virus on
a) *Gladiolus hybridus*
b) *Phaseolus vulgaris*
c) diseased (right) and healthy (left) leaves of *Nicotiana benthamiana*

二、病毒粗汁液之物理性質：

B-3及B-7二個病毒分離株之物理性質差異不大。耐熱性 (TIP) ：B-3爲55—60°C, B-7爲50—55°C；耐稀釋性 (DEP) 二者皆爲 10^{-4}～10^{-5}；耐保存性 (LIV) 於20°C：B-3爲13—14天，B-7則爲14—15天。

三、病毒形態及內含體觀察：

以陰染法觀察五個病毒分離株，病毒形態均爲長絲狀，一般在700—800nm之間。測定B-3分離株100個病毒顆粒，其平均長度爲 743nm (圖二，b) 。電顯觀察病組織超薄切片結果可在細胞質中發現風車狀及層狀內含體 (pinwheel & laminated inclusions) 及緻密體 (dense body) (圖二，a) ，但在健葉細胞則未發現。

四、酵素結合抗體反應：

利用酵素結合抗體檢定法，測定五個病毒分離株，結果均與 BYMV 抗血淸有顯著呈色反應。ELISA吸收值(absorbance A_{405})除B-3爲1.979，B-4爲1.971外，其餘各分離株及已知 BYMV分離株之吸收值都大於 2 (Flow Multiskan MC型之最大吸收值爲 2) ，而對照者僅爲0.120。(表二)

表二、 菜豆黃化嵌紋病毒各分離株之ELISA測定值

Table. 2. ELISA values for bean yellow mosaic virus isolates

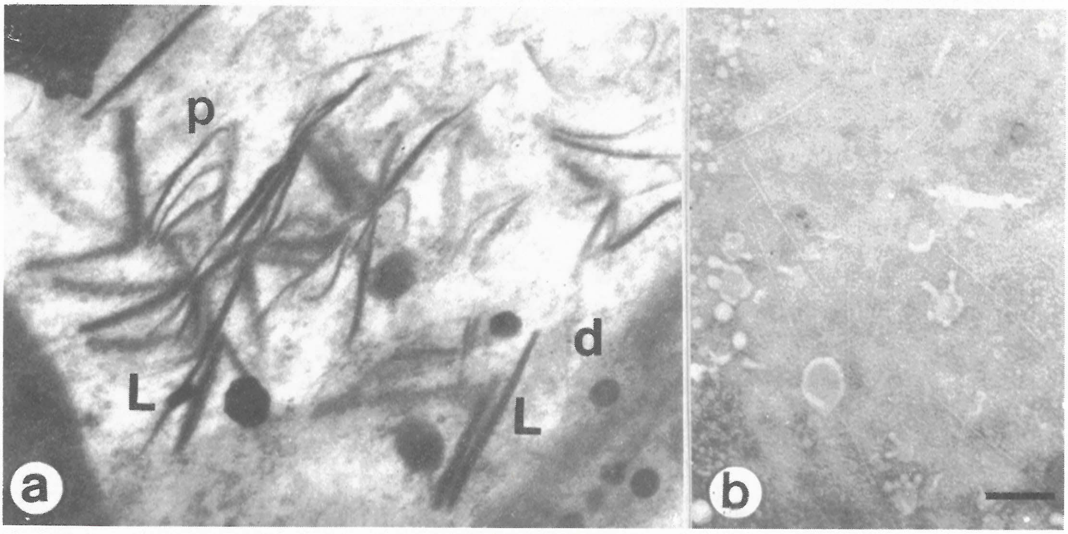
Antigens[a]	Absorbance A_{405}
B2	> 2.0
B3	1.979
B4	1.971
B5	> 2.0
B7	> 2.0
BYMV	> 2.0
Healthy extract	0.120

a Viral and control antigens were prepared by grounding infected bean leaves and healthy bean leaves, respectively, with distill water.

五、病毒純化、抗血淸製作及力價測定：

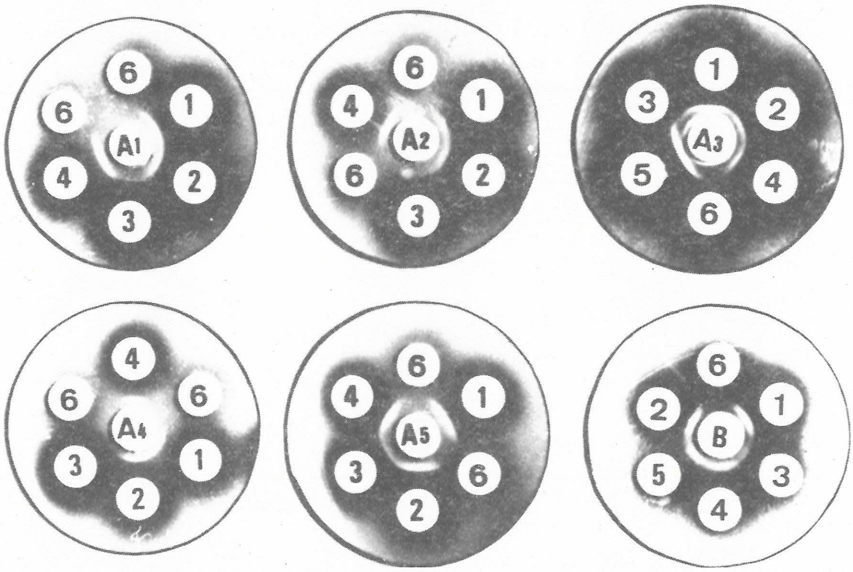
以等密度平衡離心後，於距界面約 2.5公分處可見明顯病毒帶，抽取此病毒帶經透析及稀釋後，以紫外線光譜儀分析，最低吸收值約在247nm，最高吸收值約在 261nm，而 A260/280吸收比值約在1.18—1.23之間，平均約爲1.21。以$E_{260}^{0.1\%}=2.4$ (27) 估計病毒產量，每百克病葉約可獲得 10—12 毫克的病毒量。

製成之B-3抗血淸，以 SDS—瓊脂免疫擴散試驗法試驗抗血淸之反應，發現以距第一次注射約 6 週之抗血淸所產生之沈澱帶最爲明顯。但與健康菸草 (*N. benthamiana*) 粗汁液仍有輕微反應。抗血淸加入 2 %小牛血淸蛋白 (bovine serum albumin, BSA) 則可除去非特異性反應 (17,26,28)。其血淸力價爲¼。



圖二、電子顯微鏡觀察感染菜豆黃化嵌紋病毒之豌豆病葉組織內含體及病毒形態。
(a) 風車狀 (P) ，層狀內含體 (L) 及緻密體 (d) 。
(b) 病毒形態 (B-3分離株) ，線長爲300nm。

Fig. 2. Observations of virus-induced inclusions from BYMV-infected tissue, and virus particles by electron microscope.
a) Pinwheel (P), laminated inclusions (L) and dense body (d) in BYMV-infected leaf tissues of *Pisum sativum* 'Alaska'
b) Virus particles of a BYMV isolate (B-3). Bar indicates 300nm.



圖三、菜豆黃化嵌紋病毒瓊脂免疫擴散試驗。

外圍穴：1～5分別爲本省唐菖蒲分離株B-2, B-3, B-4, B-5及B-7，經SDS處理之病毒粗汁液。

中間穴：A1～A5分別來自Bos, L., Gonsalves, D., Lisa, V., Zettler, F. W. 第Ⅰ羣（CYVV-P）及第Ⅲ羣（204—1）之BYMV抗血清。B則爲本省B-3分離株之抗血清。

Fig. 3. Serological reactions of BYMV isolates in SDS-immunodiffusion tests. The peripheral wells contained SDS-treated extracts from *Nicotiana benthamiana* leaves infected with BYMV : 1=B-2, 2=B-3, 3=B-4, 4=B-5, 5=B-7, and 6=healthy leaf extract. The center wells contained BYMV antisera: A1 from Bos, L. ; A2 from Gonsalves, D. ; A3 from Lisa, V. ; A4 CYVV-P from Zettler, F. W. ; A5 BYMV 204-1 from Zettler, F. W ; B : B-3 (Taiwan).

六、血清學特性之研究：

以瓊脂免疫擴散試驗法將本省五個BYMV分離株與來自國外五個不同來源之BYMV抗血清反應，除B-4分離株產生較弱之沈澱帶外，其餘分離株均形成明顯沈澱帶，且彼此融合（圖三， A_1, A_2, A_3, A_4, A_5）。BYMV各分離株不但與佛州Zettler, F. W. 所提供之BYMV第Ⅲ羣病毒抗血清形成明顯沈澱帶（圖三，A5），且可與第Ⅰ羣病毒之抗血清產生相同的結果（圖三，A4）。本省五個BYMV分離株與自製之B-3抗血清亦有明顯沈澱帶產生，但B-4分離株仍反應較弱（圖三，B）。而上述五個分離株與BCMV、BlCMV、CAMV及SMV等抗血清則均無沈澱帶產生。

討　　論

菜豆黃化嵌紋病毒屬馬鈴薯Y羣（PVY）病毒[5]。本試驗供試五個病毒分離株，經陰染法觀察病毒形態均爲長絲狀，平均長度爲743nm，應屬PVY羣病毒。

由寄主範圍測定結果顯示本病毒在菜豆上引起嵌紋、莖壞疽甚或死亡之病徵，與徐氏[1]所分離之BYMV僅在菜豆上形成嵌紋之病徵略有不同。據Bos報告[5,6] BYMV與BCMV都可在菜豆上形成壞疽，但前者寄主較廣。本病毒可感染藜科、豆科及茄科等植物，寄主範圍較廣。綜合國外報告，BYMV與其他豆類病毒不同之點爲BYMV不感染*Pisum sativum* 'Perfection' 型之豌豆，且不感染*Phaseolus vulgaris* 'Great Northern 123' 之菜豆品種[7,16,25,35]。所以由寄主反應判斷，本試驗之病毒分離株較近於國外報告之BYMV。

利用內含體形成的種類做爲病毒分類依據，已見於諸報告[10,11,12]。Edwardson等[10,12]謂依內含體形成種類可將PVY羣病毒分爲四個亞羣，而BCMV及BlCMV之病組織具有風車狀及管狀內含體，應屬於PVY第Ⅰ亞羣之病毒，potato virus Y及SMV則誘使病組織形成風車狀、管狀及層狀內含體，應屬於PVY第Ⅲ亞羣之病毒。而感染本病毒之病組織切片觀察可見風車狀及層狀內含體

(pinwheel & laminated inclusions)，明顯地與上述諸病毒不同，且與國外報告之 BYMV 所形成之內含體種類均相同，屬於PVY羣第Ⅱ亞羣之病毒[10,11,18,21,34,36]。

許多報告指出PVY羣病毒在純化過程中，病毒顆粒容易凝聚（aggregation），因此在純化上較爲困難，不易獲得高產量之病毒[14,17,22,30,32,33]。同時有許多報告提出EDTA可減少病毒之凝聚[9,14,30,32,33]。本試驗於病毒純化所需之緩衝液中均加入 EDTA，可克服病毒之凝聚現象。以高低速離心配合等密度平衡離心法可成功地純化此病毒。估計病毒純化量，每百克病葉約有10—12毫克病毒，與前人沿用糖梯度離心法純化所得之產量高出２－３倍[1,33]，且紫外光吸收比值 A260/280爲1.21亦符合PVY羣病毒之範圍[13,23]，與過去所報告之 BYMV極相近[23,24,33]。在瓊脂免疫擴散試驗中，此自製之 B-3抗血淸與本省五個病毒分離株均有反應，但與健全粗汁液仍有微弱反應，此可能因爲經一次等密度平衡離心所得之病毒懸浮液仍雜有少許植物成分的緣故[17]，而此非特異性反應可添加小牛血淸蛋白（bovine serum albumin, BSA）加以去除[17,26,28]。

從ELISA之反應吸收值可確知供試五個病毒分離株均與BYMV有血淸類緣關係[8,37]。但據 Bos 等報告[5,6]，PVY羣病毒中如CAMV, BCMV等似乎與 BYMV有某種血淸類緣關係，因此爲確定本病毒之血淸特性，遂自國外收集 BCMV、BlCMV、CAMV及SMV等抗血淸與本省五個分離株進行瓊脂免疫擴散試驗，結果均無沈澱帶產生，顯示本病毒與上述四種 PVY 羣病毒均無血淸類緣關係。爲進一步瞭解本省五個分離株之血淸特性，除與本試驗自製之 B-3抗血淸進行瓊脂免疫擴散試驗外，又與來自不同來源之BYMV抗血淸，包括 Zettler所提供之BYMV第Ⅰ羣及第Ⅲ羣病毒之抗血淸均進行瓊脂免疫擴散試驗，由沈澱帶之形成，且彼此融合，顯示各分離株彼此血淸特性極爲相似，且與國外報告之BYMV均有血淸類緣關係。

Bos 等[7]及Beczner 等[3]認爲 BYMV 可依寄主反應分爲三羣，但却無法由血淸特性來區分；Jones等[20]及部分學者[15,24,33,36]則認爲BYMV可由血淸學及寄主特性分爲三羣，且二種分法互相一致。Zettler等[36]從唐菖蒲分離之 BYMV 依其寄主反應及血淸特性將它歸於 BYMV 第Ⅲ羣；然而Nagel等[24]從唐菖蒲分離之BYMV分離株，由寄主反應判斷將其分離株歸於BYMV第Ⅲ羣，但血淸試驗却與第Ⅲ羣特性不盡相同。本試驗之唐菖蒲BYMV分離株似乎不同於 Zettler 等[36]及Nagel等[24]所述之唐菖蒲BYMV分離株。上述學者之唐菖蒲 BYMV 分離株在菜豆、豌豆及蠶豆上之病徵爲輕微或不感染，且不感染菸草。本病毒在菜豆、豌豆及蠶豆上病徵較嚴重，且可感染菸草，寄主反應上較近於BYMV第Ⅰ羣。在血淸試驗中，本病毒與Zettler所提供之 BYMV第Ⅰ羣及第Ⅲ羣病毒抗血淸均有血淸類緣關係。 Bos等[4,7]認爲不同分離株其寄主反應變動很大。筆者等認爲不同地域或環境所獲得之分離株均可能造成寄主或血淸特性之差異。

參 考 文 獻

1. 徐堯煇・1977・唐菖蒲病毒之硏究，國立中興大學碩士論文，72 PP.
2. 許秀惠、王惠亮、黃秋雄；1985・矮南瓜黃化嵌紋病毒之分離與鑑定，中華農業硏究34（１）：87—95。
3. Beczner, L., Maat D. Z., and L. Bos 1976 The relationships between pea necrosis virus and bean yellow mosaic virus. Neth. J. Pl. Path. 82 : 41-50.
4. Beute, M. K., Milholland, R. D., and G. V. Jr. Gooding 1970 A survey of viruses in field-grown gladiolus in north Carolina. Pl. Dis. Reptr. 54 : 125-127.
5. Bos, L. 1970. Bean yellow mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses. C.M.I./A.A.B. No. 40.
6. Bos, L. 1971. Bean common mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses. C.M.I./A.A.B . No. 73.
7. Bos, L., Kowalska, Cz., and D. Z. Maat 1974. The identification of bean mosaic, pea yellow mosaic and pea necrosis strains of bean yellow mosaic virus. Neth. J. Pl. Path. 80 : 173-191.
8. Clark, M. F. and N. A. Adams. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the dctection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34 : 475-483.

9. Delgado-Sanchez, S. and R. G. Grogan. 1966. Purification and properties or potato virus Y. Phytopathology 56 : 1397-1404.

10. Edwardson, J. R. 1974. Some properties of the potato virus-Y group. Fla. Agric. Exp. Stn. Monoger

11. Edwardson, J. R., Christie, R. G., and N . J. Ko 1984. Potyvirus cylindrical inclusions subdivision-IV. Phytopathology 74 : 1111-1114.

12. Edwardson, J. R., Purcifull, D. E., and R. G. Christie 1968. Structure of cytoplasmic inclusions in plants infected with rod-shaped viruses. Virogyol 34 : 250-263.

13. Fribourg, C. E. and J. Nakashima 1984. Characterization of a new potyvirus from potato. Phytopathology 74 : 1363-1369.

14. Gonsalves, D. and M. Ishii 1980. Purification and serology of papaya ring spot virus. Phytopathology 70 : 1028-1032.

15. Granett, A. L. and R. Provvidenti 1975. Partial purification and serological relationship of three strains of bean yellow mosaic virus. Ann. Appl. Biol. 81 : 413-415.

16. Hagendorn, D. J. 1951. The reaction of perfection type peas to wisconsin bean virus 2 isolates from pea. Phytopathology 41 : 684-698.

17. Huang, C. H., S. H. Hseu 1985. Zucchini yellow mosaic virus isolate from Cucumber, *Cucumis sativus*: Purification and serology. In FFTC Book Series No. 33 "Plant Virus Diseases of Horticultural Crops in the Tropics and Subtropics" P. 43-50. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan.

18. Hunst, P. L., and S. A. Tolin 1982. Bean yellow mosaic virus isolated from *Gibasis geniculata*. Pl. Dis. 66 : 955-958.

19. Hull, R. 1965. Virus diseases of gladioli. Gladiolus A : 60-61.

20. Jones, R. T., and S. Diachun 1977. Serologically and biologically distinct bean yellow mosaic virus strains. Phytopathology 67 : 831-838.

21. Kamei, T., Honda, Y., and C. Matsui 1963. Intracellular appearence of turnip mosaic and bean yellow mosaic virus particles. Phytopathology 59 : 139-144.

22. Makkouk, K. M. and D. J. Gumpf 1976. Characterization of potato virus Y strains isolated from pepper. Phytopathology 66 : 576-580.

23. Moghal, S. M. and R. I. B. Francki 1976. Towards a system for the identification and classification of potyviruses. Virology 73 : 350-362.

24. Nagel. J., Zettler, F. W., and E. Hiebert. 1983. Strains of bean yellow mosaic virus compared to clover yellow vein virus in relation to gladiolus production in Flowrida. Phytopathology 73 : 449-454.

25. Pierce, W. H. 1934. Viruses of the bean. Phytopathology 24 : 87-115.

26. Purcifull, D. E. and D. L. Batchelor 1977. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS)-treated plant viruses and plant viral inclusions. Bulletin 788, 39pp. Agric ultural Experiment Stations, University of Florida, Gainesville.

27. Purcifull, D. E. and E. Hiebert 1982. Tobacco etch virus. No. 258. In CMI/ABB descriptions of plant viruses.

28. Rajeshwari, R, Reddy, D. V. R. and N. Iizuka 1981. Improvements in the passive hemagglutination technique for serological detection of plant viruses. Phytopathology 71 : 306-308.

29. Spurr, A. R. 1969 A low-viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. J. Ultrastruct. Res. 26 p31 (in Practical Methods in Electron Microscopy edited by Glauert, A. M. Strangeways Research Laboratory Cambridge)

30. Taiwo, M. A., Gonsalves, D., Provvidenti, R. and H. D. Thuston 1982. Partial characterization and

grouping of isolates of blackeye cowpea mosaic and cowpea aphidborne mosaic viruses. Phytopathology 72 : 590-596.

31. Thornberry, H. H. 1966 Index of Plant Virus Diseases. U. S. Dept. of Agr., Agriculture Handbook No. 307.

32. Tolin, S. A. and R. H. 1983. Purification and serology of peanut mottle virus. Phytopathology 73 : 899-903.

33. Uyeda, I., Kojima, M., and D. Murayama 1975. Purification and serology of bean yellow mosaic virus. Ann. Phytopath. Soc. Japan 41 : 192-203.

34. Weintraub, M., and H. W. J. Ragetli. 1966. Fine Structure of inclusions and organelles in *Vicia faba* infected with bean yellow mosaic virus. Virology 28 : 290-302.

35. Yen, D. E., and P. R. Fry 1956. The inheritance of immunity to pea mosaic virus. Aust. J. Agric. Res. 74 : 272-280.

36. Zettler, F. W., Abo El-Nil M. M. 1977. Bean yellow mosaic virus infections of gladiolus in Florida Pl. Dis. Reptr. 61 : 243-247.

37. Voller, A., Bartlett, A., Bidwell, D. E., Clark, M. F., and A. N. Adams 1976. The detection of viruses by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). J. Gen. Virology. 33 : 165-167.

Bean yellow mosaic virus from gladiolus: Identification, purification and its serological properties[1]

S. H. Hseu, C. H. Huang, and C. A. Chang[2]

Summary

A virus causing mild mosaic symptom on leaves of gladiolus was obtained. The results of host reactions showed that the virus infected mainly legume plants. It induced necrotic, mosaic, and/or yellowing symptoms in most varieties of French bean (*Phaseolus vulgaris*) including 'Black Turtle Soup', 'Great Northern U. I. 31', 'Pinto III', and 'Sanilac', but it induced only mosaic symptom in French bean 'Bountiful'. It caused mosaic symptoms in pea (*Pisum sativum*) varieties such as 'Alaska', 'Dwarf Gray Sugar', 'Koroza' and 'Taichung No. 11', It did not infect *Phaseolus vulgaris* 'Great Northern 123', *Pisum sativum* 'Early perfection' and 'Juwel', and most Vigna spp. Physical properties of this virus in crude sap were: thermal inactivation point, 50-60°C; dilution end point, 10^{-4}-10^{-5}; and aging in vitro, 13-16 days. Under electron microscopy, flexuous rod-shaped particles were observed in leaf dips, while pinwheel, dense bodies and laminated inclusions were seen in ultra-thin sectioned diseased pea tissue, indicating the potyviral nature of this virus. An isolate, designated as B-3, was purified from leaves of *Nicotiana benthamiana* 12-13 days after inoculation by differential centrifugation and equilibrium density gradient centrifugation in cesium sulfate. An antiserum against B-3 was prepared by injecting the purified virus intramuscularly into a rabbit. Using this antiserum, no antigenic differences between B-3 and four other isolates were detected in SDS-immunodiffusion tests, indicating that all isolates obtained, so far, from gladiolus in Taiwan were serologically identical. The virus reacted with antisera to bean yellow mosaic virus (BYMV) from Italy, Netherland and United States, but not with antisera to bean common mosaic virus (BCMV), blackeye cowpea mosaic virus (BlCMV), cowpea aphid-borne mosaic virus (CAMV) and soybean mosaic virus (SMV) in SDS-immuno-diffusion tests. It also reacted strongly with an antiserum to BYMV provided by AVRDC in ELISA tests. These results indicated that this potyvirus isolated from gladiolus in Taiwan was BYMV.

---

1. Contribution No. 1327 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Plant Pathologist and Assistant Plant Pathologist, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taiwan, ROC.

雜糧收穫後之害蟲防治技術[1]

林 檥　李錦霞　羅幹成[2]

摘要：在中南部選擇鋼筋水泥構造之雜糧倉庫；空倉及儲藏袋裝玉米各二處。空倉用Reldan 10%及 Baythion 10%各以3及5ml/M³用藥量噴煙處理，經5天，試驗結果顯示，倉中潛伏害蟲防治效果極顯著，其3ml/M³低藥量噴煙處理亦極有效。

儲藏袋裝玉米中分別含害蟲與未含害蟲者，以 Reldan 10%及 Baythion 10%各以3及5ml/M³藥量噴煙處理，與Phostoxin55% 3片/M³藥量燻蒸處理，及先用Phostoxin燻蒸處理後5天，再以Reldan及 Baythion噴煙處理，結果袋裝玉米中含害蟲者，以先 Phostoxin燻蒸後再Reldan及Baythion噴煙處理之治蟲較徹底。如袋裝玉米未含害蟲者，則以Reldan及 Baythion 5ml/M³ 藥量噴煙處理，其殘效可防止袋外害蟲侵入，此法可達到經濟有效治蟲效果。

本省玉米供爲發展家禽飼料需要，且目前稻田轉作玉米大量生產，因倉容之不足，而以袋裝貯藏於普通平面倉庫，往往在此貯藏短期內遭受害蟲迅速繁殖爲害，導致損害影響品質。現行貯藏袋裝玉米害蟲防治僅推薦燻蒸一法，爲提供較經濟有效之燻煙防治法，自74年7月至75年6月在本省中南部地區倉庫進行試驗，玆將所獲結果報告於後。

材料與方法

試驗地點：在南投縣草屯鎮及雲林縣斗南鎮等農會飼料倉庫，空倉及貯藏袋裝玉米進行試驗。

供試藥劑 Baythion 10% Oil (O. O-diethyl-phosphorothioate, O-ester of phenyl-glyoxylicnitril-oxime）係興農股份有限公司出品，Reldan 92%（O, O-dimethyl O-(3, 5, 6-trichloro-2-pyridyl） phosphorothioate） 係美國派士化學股份有限公司出品，經煤油稀釋爲 Reldan 10% Oil, Phostoxin 55%片劑係西德 (Degesch) 公司出品。

燻煙之器械：普施牌噴煙機 (Puls-FOG^{R}K10及K20) 兩種機型係德國製，以高壓將藥液氣化噴出成煙霧狀。

試驗方法：空倉在處理前先於牆脚地面用粉筆劃定1M²之掃蟲位置，每倉重復5處，然後將所有門窗關閉，二種藥劑各以3及 5ml/M³ 之藥量，噴煙後立即關閉倉門。經5天後啓開。袋裝玉米燻蒸與燻煙者，先將倉庫封閉後用燻蒸片劑以3片/M³ 藥量燻蒸處理，經5天後再以燻煙劑同上述藥量方法噴煙處理，經5天後啓開倉門。另燻蒸或燻煙單獨處理，及各設一未施藥供作對照。

採樣檢查：空倉及袋裝玉米燻煙與燻蒸處理後開倉同時採樣一次。掃集地面 1M²之所有害蟲放入塑膠袋；而玉米自袋內採樣1公斤盛入細布袋，以後每月採樣一次，各五重復，携回檢查害蟲種類之生存及死蟲數，經檢查後玉米樣品放入塑膠筒保存至40天再檢視害蟲成蟲數。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1328號。本研究承行政院農業發展委員會中央加速農村建設（75農建—7.2—糧—67（2）計畫補助經費完成。

2.本所應用動物系助理研究員、計畫助理、系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

結　果

在二地區空倉用Reldan及 Baythion各以3與5ml/M³ 藥量噴煙處理結果顯示，噴煙處理較無施藥對照倉落地之蟲數，在兩種藥劑之高低用藥量，防治率達100%。Reldan 3ml/M³處理較對照倉害蟲數增加爲2.1—(4.7)—32.3倍，而5ml/M³處理增加 3.6-(5.6)-27.8倍。Baythion 3ml/M³處理增加10.0-(21.6)-22.6倍，而 5ml/M³ 處理增加 4.3—(8.7)—9.1倍。在空倉地面掃得檢查其發生害蟲共有 14種，以玉米象（*Sitophilus zeamais*）及外米僞步行蟲（*Alphitobius diaperinus*）最多，擬穀盜（*Tribolium castaneum*）鋸胸粉扁蟲（*Oryzaephilus surinamensis*）次之，穀蠹（*Rhizopertha dominica*）、米露尾蟲（*Carpophilus obsoletus*）、細擬穀盜（*Gnathocerus maxillosus*）、長首穀盜（*Latheticus oryzae*）、大穀盜（*Tenebroides mauritanicus*）、暹羅穀盜（*Lophocateres pusillus*）、角胸粉扁蟲（*Cryptolestes ferrugineus*）、煙甲蟲（*Lasioderma serricorne*）、外米綴蛾（*Corcyra cephalonica*）、蜚蠊(*Cockroach*)等。另有幽靈蜘蛛（*Pholcus phalangioides*）、蠅虎蜘蛛（*Menemerus contusus*）、椿象（*Reduviid bugs*）、壁虎、老鼠之致死尚未列入（表1）。

表1.　Reldan及Baythion噴煙處理空倉之治蟲效果

Table 1. The effect of pest control on smoking treatment of Reldan and Baythion in warehouses

Chemicals	Dosage ml/M³	Tsao-tun		Dou-nan		Post-treatment no. insects Average	% of effectiveness
		Pre-treatment no. insects (Survival rates)	Post-treatment no. insects (Survival rates)	Pre-treatment no. insects (Survival rates)	Post-treatment no. insects (Survival rates)		
Reldan 10%	5	35.4(18.6)	133.4(0)	82.4(9.5)	184.2(0)	158.8	100.0
	3	21.2(31.1)	154.8(0)	99.0(3.1)	109.6(0)	132.2	100.0
Baythion 10%	5	17.4(24.1)	20.6(0)	163.4(9.5)	470.6(0)	245.6	100.0
	3	20.6(16.7)	47.8(0)	318.6(1.9)	1,172.0(0)	609.9	100.0
CK	0	21.3(32.0)	4.8(2.1)	85.8(11.7)	51.8(6.2)	28.3	0

袋裝玉米未含害蟲者用Reldan及Baythion 噴煙或 Phostoxin 燻蒸，與 Phostoxin 燻蒸後再以Reldan及 Baythion 噴煙處理後，經貯藏8個月，掃集袋外表面之害蟲，總計其防治效果，處理與未處理對照之差異甚顯著，燻煙或燻蒸者並無害蟲生存。袋裝玉米中含害蟲者，以Reldan 及 Baythion 噴煙處理或Phostoxin燻蒸處理，貯藏8個月，其治蟲效果 Reldan 及 Baythion 噴煙處理效果不及Phostoxin燻蒸處理，因Reldan及Baythion噴煙處理無滲透治蟲效果，但Phostoxin燻蒸後並無殘效。如Phostoxin燻蒸後再以Reldan或Baythion噴煙處理更爲徹底，且其殘效可維持8個月左右(表2)。在玉米中發生害蟲共10種，以玉米象爲最多，擬穀盜次之，角胸粉扁蟲又次，隨後米露尾蟲、穀蠹、背圓粉扁蟲(*Ahasuerus advena*)、煙甲蟲、鋸胸粉扁蟲、粉斑螟蛾（*Ephestia cautella*)、外米綴蛾（*Corcyra cephalonica*）等出現。袋裝玉米無含害蟲者，以Reldan及 Baythion 噴煙處理與未處理對照之治蟲效果，差異顯著。Phostoxin燻蒸因無殘效，僅能維持2個月，故不及Reldan或 Baythion 燻煙處理之殘效較長久爲佳，可維持8個月，且較 Phostoxin燻蒸處理爲經濟（表3）。其發生害蟲有8種，以玉米象最多，角胸粉扁蟲、背圓粉扁蟲、粉斑螟蛾、穀蠹、長首穀盜、米露尾蟲等較少。

表2. 袋裝玉米藥劑噴煙及燻蒸之治蟲效果（草屯）

Table 2. The effect of smoking and fumigating treatments for insect pests control of bagged corn in warehouses

(Tsao-tun)

Chemicals	Dosage /M3	Time of Examination (month)	Maize in bag			40 days		
			No. insects	% of living insects	% of effectiveness	No. insects	% of livinginsects	% of effectiveness
Reldan 10%	5ml	Pre-treatment	14.2	11.3	—	10.7	90.7	—
		Post-treatment[1]	19.0	3.3	95.2	14.3	72.0	0
		2	23.6	49.2	74.4	93.0	93.9	0
		4	44.0	68.2	67.6	112.9	76.7	53.8
		6	83.5	62.6	95.6	215.7	98.7	78.5
		8	194.7	73.4	85.5	431.0	99.8	45.8
Reldan 10%	3ml	Pre-treatment	9.6	3.1	—	85.4	89.9	—
		Post-treatment[1]	13.0	13.1	73.0	93.4	45.3	0
		2	61.7	49.1	33.1	183.7	83.6	0
		4	165.0	66.7	0	228.0	76.9	6.4
		6	175.9	61.2	90.9	228.7	77.9	82.4
		8	293.3	78.1	76.7	312.2	72.9	71.3
Baythion 10%	5ml	Pre-treatment	9.6	41.7	—	55.5	91.2	—
		Post-treatment[1]	9.0	47.7	31.7	56.6	53.5	0
		2	41.7	59.2	45.5	168.4	86.7	0
		4	135.0	48.1	29.8	131.3	83.1	41.8
		6	104.9	59.4	94.8	220.6	81.1	81.9
		8	270.3	62.0	82.9	429.6	86.5	53.2
Baythion 10%	3ml	Pre-treatment	20.9	25.4	—	17.0	95.8	—
		Post-treatment[1]	22.6	23.5	15.9	17.0	88.2	0
		2	42.3	60.5	43.5	87.3	58.8	40.8
		4	68.9	46.4	65.4	110.0	50.0	70.6
		6	114.6	48.9	95.3	317.4	65.5	77.9
		8	330.7	62.9	78.8	636.2	41.9	66.8
Phostoxin 55% Reldan 10%	3 T + 5ml	Pre-treatment	5.3	43.4	—	50.3	43.7	—
		Post-treatment[1]	5.3	0	100	1.0	0	100
		2	5.6	0	100	0.7	0	100
		4	9.3	0	100	1.3	0	100
		6	8.6	0	100	1.3	0	100
		8	22.6	46.9	98.9	3.4	58.8	99.7
Phostoxin 55% Baythion 10%	3 T + 5ml	Pre-treatment	5.0	26.0	—	48.6	73.3	—
		Post-treatment[1]	1.7	0	100	0	0	100
		2	2.3	0	100	1.0	0	100
		4	6.3	0	100	0	0	100
		6	5.3	0	100	6.9	84.6	99.4
		8	6.7	29.9	99.8	12.0	75.0	98.9
Phostoxin 55%	3 T	Pre-treatment	10.0	53.0	—	135.9	95.4	—
		Post-treatment[1]	2.0	0	100	0.3	0	100
		2	1.9	0	100	0	0	100
		4	22.6	84.0	79.6	2.3	86.9	98.9
		6	64.3	93.3	94.9	18.1	89.5	98.4
		8	167.7	90.0	84.6	24.9	100.0	0
CK	0	Pre-treatment	10.6	62.3	—	8.9	96.9	—
		Post-treatment[1]	9.0	70.0	—	9.0	92.2	—
		2	66.3	68.3	—	97.3	89.0	—
		4	113.7	81.4	—	226.3	82.7	—
		6	2,227.6	53.3	—	1,247.3	79.3	—
		8	1,270.3	77.4	—	828.2	95.6	—

1. 5 days after treatment

表3. 袋裝玉米藥劑噴煙及燻蒸之治蟲效果（斗南）

Table 3. The effect of smoking and fumigating treatments for insect pests control of bagged corn in warehouses

(Dou-nan)

Chemicals	Dosage /M³	Time of Examination (month)	Maize in bag: No. insects	Maize in bag: % of living insects	Maize in bag: % of effectiveness	40 days: No. insects	40 days: % of living insects	40 days: % of effectiveness
Reldan 10%	5ml	Pre-treatment	0	0		0.6	100	—
		Post-treatment[1]	0	0	100	0.3	0	100
		2	0	0	100	2.0	0	100
		4	0	0	100	1.7	0	100
		6	17.6	92.6	99.2	1.4	100	99.8
		8	271.4	90.5	63.3	405.0	92.3	7.2
Reldan 10%	3ml	Pre-treatment	1.3	100	—	0.6	100	—
		Post-treatment[1]	0.3	0	100	0.3	0	100
		2	0	0	100	0	0	100
		4	0	0	100	0	0	100
		6	2.0	50.0	99.9	5.0	80.0	99.5
		8	2.2	59.1	99.8	7.6	96.1	98.2
Baythion 10%	5ml	Pre-treatment	0.3	0	—	1.9	84.2	—
		Post-treatment[1]	0	0	100	0	0	100
		2	0	0	100	0	0	100
		4	0	0	100	0	0	100
		6	2.3	13.0	99.9	3.0	56.7	99.8
		8	137.6	87.4	82.0	226.3	85.9	51.8
Baythion 10%	3ml	Pre-treatment	1.6	100	—	7.3	95.9	—
		Post-treatment[1]	0.3	0	100	6.3	52.4	0
		2	0.3	0	100	2.3	0	100
		4	1.7	82.4	99.9	1.3	100	98.9
		6	1.6	100	99.9	5.6	89.3	99.4
		8	29.3	93.2	95.9	511.4	48.0	39.0
Phostoxin 55% Reldan 10%	3 T + 5ml	Pre-treatment	1.0	100	—	2.6	100	—
		Post-treatment[1]	0	0	100	0	0	100
		2	0	0	100	0	0	100
		4	0.3	0	100	0	0	100
		6	0.3	0	100	0	0	100
		8	0.9	33.3	99.9	6.6	80.3	98.7
Phostoxin 55% Baythion 10%	3 T + 5ml	Pre-treatment	0.7	0	—	1.0	0	—
		Post-treatment[1]	1.0	0	100	0	0	100
		2	0.3	0	100	0	0	100
		4	0.6	0	100	0	0	100
		6	0.3	0	100	0	0	100
		8	4.6	50.0	99.7	46.0	90.4	89.7
Phostoxin 55%	3 T	Pre-treatment	4.0	100	—	1.5	100	—
		Post-treatment[1]	1.3	0	100	0	0	100
		2	1.3	0	100	0	0	100
		4	2.9	44.8	99.9	0.3	100	99.8
		6	2.2	40.9	99.9	1.7	100	99.8
		8	21.7	78.3	97.5	64.0	68.3	89.2
CK	0	Pre-treatment	2.3	13.0	—	1.6	81.3	—
		Post-treatment[1]	2.0	15.0	—	1.7	100	—
		2	216.6	67.5	—	140.3	100	—
		4	1,910.9	66.9	—	129.0	100	—
		6	3,788.6	56.2	—	882.0	100	—
		8	956.9	69.9	—	706.6	57.0	—

1. 5 days after treatment

討論與結論

本省雜糧玉米之貯藏方式，以圓筒倉庫散裝貯藏，而平面倉庫則以袋裝堆疊貯藏。其貯藏期間長達6個月以上，但常在儲藏短期內發生害蟲爲害，主要原因爲倉庫內穀物碎渣多，殘存多種害蟲，而其害蟲又不斷由外侵入雜糧，或盛裝雜糧之袋中潛伏害蟲所致。故不論倉庫形式，在空倉時應徹底清潔並使用藥劑處理，以消滅倉中潛伏害蟲，而盛裝穀物之痲袋，亦應預先集中作燻煙或燻蒸處理。如新進雜糧應立即予以藥劑噴煙處理，此項處理落藥均匀附着牆壁、袋外表面，具有殘留觸殺及胃毒殺蟲作用，以杜絕蟲源。否則雜糧在貯藏期間害蟲發生後再用藥劑防治，旣已造成損失，故不經濟。一般倉內由於貯穀時有害蟲發生，因此蜘蛛、壁虎等有益動物隨之發生，對倉庫之環境衛生有不利影響，而蜘蛛常在通氣孔結網造成通風不良，故均列爲必須消除之對象，而使用燻煙防治時對上述動物亦有完全毒殺效果。此外，燻煙時對走避不及之鼠類亦有窒殺效果，而殘留藥味對鼠類具有忌避作用，可收一舉數得之功。

就試驗結果，空倉以Reldan及 Baythion 噴煙處理雖有部份煙霧外洩，但乃有顯著治蟲效力，空倉採用藥劑噴煙處理法，除可殺死所有潛伏害蟲外 ，並使倉內之蜘蛛及鼠類窒息而死 。袋裝玉米中含有害蟲者此法治蟲更能徹底，其殘效均可維持8個月。如袋裝玉米無含蟲者，則以Reldan及Baythion噴煙處理，可防止外界害蟲侵入袋內以斷害蟲來源，其燻煙處理較Phostoxin 燻蒸處理殘效佳，且較經濟。二種藥劑中Baythion已入積穀害蟲防治推廣外， Reldan之使用殘毒安全問題須進一步試驗探討後才能決定是否推薦。

參考文獻

1. 林　欉、蔡文珊、彭添興、林文雄、黃財發、顏福成、陳榮銘。 1975 。臺灣雜糧貯藏期間受害蟲之損失及其燻蒸處理，植保會刊 17（1）：142～149。
2. 林　欉、洪麗梅。1977。賽好勝（Celphos）與好達勝（Phostoxin）防治倉庫害蟲及影響種籽發芽試驗，中華農業研究 26（1）：72～80。
3. 林　欉、李錦霞。1984。稻穀貯藏害蟲發生來源調查，中華農業研究 33（4）：431～436。
4. 林　欉。1986。穀類害蟲燻煙防治研究，中華農業研究 35（3）：360～374。

Post-harvest control measures of insect pests on maize beans and sorghum[1]

Tsung Lin, Chin-Hsia Li and Kang-chen Lo[2]

Summary

The experiments were conducted at four concrete warehouses, two empty and two with bagged corn, at the middle southern part of Taiwan. The empty ones were treated with 10% Reldan and 10% Baythion using the smoke method at the rate of 3 and 5ml /M^3. Five days after treatment, the efficacy was observed to be very effective, even the performance of the lower rate, 3ml/M^3, killed all the potential pests in the empty warehouses.

The bagged corn was divided in 2 groups, clean and infested. The treatments included: fumigation with 55% Phostoxin at 3 tab/M^3, 10% Reldan and 10% Baythion using the smoke methodat the rate of 3 and 5ml/M^3 and fivedays after fumigation with Phostoxin then treated with smoked Reldan and Baythion. The latter one gave the best control for the infested bagged corn. The latter one gave the best control for the infested bagged corn. The smoked Reldan and Baythion at 5ml/M^3 supplied the residue effect that prevented the pests from infesting the clean corn which was economic and effective.

1. Contribution No. 1328 from the Taiwan Agricultural Research Insitute. This project was granted by Council of Agriculture, ExecutiveYuan, R. O. C.
2. Assistant Entomologist, Project employee and Senior Entomologist and Head, respectively. Deparment of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, Republic of China.

小菜蛾性誘劑之田間誘效試驗

Ⅱ 性誘劑對小菜蛾之防治與發生預測[1]

錢 景 泰　邱 瑞 珍[2]

摘要：為測定小菜蛾性誘劑在本省田間之誘雄實效，乃在臺中萬豐本所農場進行試驗。得知性誘劑（Z11－16：Ald+Z11－16：Ac+Z11－16：OH, 1：1：0.02）劑量為 50 或100μg，誘蟲盒間隔距離為 2.2 或 4m 時，對小菜蛾族羣均無抑制效果；使用劑量為 50μg，誘蟲盒間隔距離為 11m，其 1 週所誘得雄蛾數能反映其使用前 1 週，或預測誘集後 1 及 2 週甘藍上小菜蛾第三與四齡之幼蟲數，其 r 值分別為 0.855（n＝21），0.662（n＝16）及 0.578（n＝14）。又該劑對寄生小菜蛾幼蟲之小繭蜂 *Apanteles plutellae* 無引誘力。

小菜蛾性誘劑（Z11－16：Ald+Z11－16：Ac，1：1）在1977年已被證實可在田間誘蟲[9]，藤吉等氏(1979)證實在300cc三角瓶內若有該劑 100μg 其對小菜蛾交尾之抑制力可達100%[7]。腰原與山田兩氏（1980)推測該劑以 1：1：0.02比例添加Z11－16：OH，劑量為100μg時，可適用於預測田間小菜蛾之發生[6]，Baker等氏（1982）首先利用Z11－16：Ald+Z11－16：Ac (7：3) 劑量 100μg 在田間進行小菜蛾族羣密度之預測試驗[8]。

本試驗旨在探明性誘劑（Z11－16：Ald+Z11－16：Ac+ Z11－16：OH, 1：1：0.02）對小菜蛾之防治效果、發生預測及其對小菜蛾幼蟲寄生蜂，*Apanteles plutellae*之影響等。

材料與方法

性誘劑對小菜蛾族羣之抑制效果

1.誘劑之誘雄試驗：為確認性誘劑之誘雄效果，在本所 2 處試驗田分別使用網捕雄蛾及目測取樣法評估該誘劑之誘效，茲分述如下。

用網捕雄蛾數評估誘劑之誘效—民國 69年11月17日至 70年 1 月20日在面積0.072ha試驗田種植甘藍，每隔 7 天噴 25.3%美文松（mevinphos 500倍）1 次，以保護菜株之生長。噴 4 次後則任由小菜蛾發生為害。試驗田劃分 3 小區，每小區面積 240m^2，分別放置有性誘劑之誘集桶[3]，各桶之間距為 4、7 及10m等處理，即每小區放置 15、6 及 2 支劑量均為100μg 之誘劑，Z11－16：Ald+Z11－16：Ac+Z11－16：OH（1：1：0.02)。69 年 12 月17日至 70年 1 月20日之誘蟲期間，每天上午 9 時記錄誘集桶內之雄蛾數。掃網之口徑為40cm，每小區掃810次，每週取樣 4 次，誘劑誘效評估時，試驗資料係採用各處理區隔日由誘劑所誘得與掃網所掃得之雄蛾數計算之。

用目測法評估誘劑之誘效—71年 9 月22日至12月22日在面積 0.5ha試驗田種植甘藍。9 月29日、10月 6 日、14日及11月 5 日各施用25.3%美文松（500倍）與50%比加普（pirimor 2,000倍）1 次，

1 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1329 號。本試驗承行政院農委會補助（72農建-4．1 產 83（3）；試驗期間蒙中央研究院動物所所長周延鑫博士提供性誘劑及寶貴意見，文成復蒙斧正，蘇淑芬小姐飼蟲，謹此誌謝。
2.本所應用動物系助理研究員及研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

共4次。每小區面積 100m²，放置誘蟲盒之間距爲 2.2、3.6、5.6 及11m等4種處理。即各區內分別放置裝有誘劑之誘蟲盒 25、9、4及1個。對照組放置無誘劑之誘蟲盒1個。各小區間隔 10m，間隔區不種作物。誘蟲盒設置高度距畦面 0.4m。誘劑爲 Z11-16：Ald+Z11-16：Ac+Z11-16：OH (1：1：0.02)，劑量 50μg。添加 1,000μg 之BHT抗氧化劑。每2週更換誘蟲盒1次，每4週更換誘劑1次。逢機完全區集設計，3重複。71年11月10日至12月22日之誘蟲期間，每天上午9時記錄誘蟲盒內之雄蛾數。試驗資料用鄧肯氏多變域法分析，5%顯著水準比較。

目測法調查田間發生之小菜蛾數，係於試驗期間每週在各小區（100m²）調查 40株菜上之各期蟲數，直至甘藍採收爲止。誘劑對小菜蛾族羣之抑制效果，資料用變方分析，依F值測定其顯著程度。

2.誘劑對小菜蛾雌蛾交尾之抑制試驗：探討性誘劑 Z11-16：Ald+Z11-16：Ac+ Z11-16：OH (1：1：0.02), 100μg 劑量，放置距離爲4、7及10m時，對小菜蛾雌蛾之交尾是否有抑制作用。本試驗與前項「誘劑之誘雄試驗中之用網捕雄蛾評估誘劑之誘效試驗」同區且同時進行。隔日用口徑 40cm 掃網在各小區內掃捕小菜蛾 810次。記錄掃得之兩性成蛾及交尾率。掃得雌蛾用 20% 酒精保存，在雙管立體顯微鏡下解剖，依據其交尾囊 (bursa copulatrix) 內精包 (spermatophore) 之形成，或受精囊管 (spermathecal ductus) 內有無半透明之精液作爲其交尾與否之記錄[10]。

性誘劑對小菜蛾幼蟲密度之預測

本試驗與前項「誘劑之誘雄試驗」中之以「目測法評估誘劑之誘效試驗」同區且同時進行。亦即在100m² 試驗田內分別放置1、4、9及25個誘蟲盒，探討不同處理對日後小菜蛾發生密度之相關。方法是每天記錄誘蟲盒所誘得之雄性小菜蛾數，每週每小區調查40株甘藍，記錄其上之小菜蛾各蟲期數。各處理每7天誘得之雄蛾數與誘集前1-7天，誘集後0-6天、7-13天及14-20天之田間各菜株上之小菜蛾平均密度，用相關係數分析，1%與5%顯著水準比較。試驗期間因小菜蛾蟲數發生過多，11月5日曾施用美文松1次。爲避免農藥殘效干擾性誘劑對田間小菜蛾發生密度之預測，本試驗在施藥後，依小菜蛾之發育期，將可能影響及兩者相關性之數據剔除，不予計算。

結　　果

性誘劑對小菜蛾之防治效果：用掃網所掃得之小菜蛾雄蛾數及在試驗田菜株上調查得之小菜蛾蟲數評估性誘劑 (Z11-16：Ald+Z11-16：Ac+Z11-16：OH) 對雄蛾之誘效。得知性誘劑放置間距爲4、7及 10m時，其所誘得之雄蛾數分別占掃網雄蛾數之39.3、17.7及6.7% (表1)。若性誘劑放置間距爲 2.2、3.6、5.6 及 11m 時，各處理區菜株上小菜蛾之卵、第一至四齡幼蟲及蛹之數量與無誘劑之對照組差異不顯著 (表2)。

表1. 性誘劑與掃網所得小菜蛾雄蛾數之比較

Table 1. Percentage of male DBM trapped by synthetic sex pheromone in comparison with the male swept.

Distance of traps (m)	Percentage of ♂ trapped/♂ swept/day					
	After weeks treatment					$\bar{X}$[1]
	1 wk	2 wk	3 wk	4 wk	5 wk	
4	18.4	19.1	30.2	78.2	50.7	39.3 a
7	9.1	7.4	4.9	47.6	19.7	17.7 a
10	4.7	2.7	6.7	13.9	5.3	6.7 a

1. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表2. 小菜蛾性誘劑之施用效果

Table 2. Effect on subsequent DBM population by using synthetic sex pheromone in cabbage field, Nov-Dec, 1982.

No. trap/100m²	X̄ eggs/plant[1]	X̄ larvae/plant[1]				X̄ pupae/plant[1]
		1st	2nd	3rd	4th	
25	2.11	0.16	0.52	0.55	0.78	0.35
9	2.50	0.20	0.47	0.44	0.85	0.47
4	2.20	0.16	0.57	0.58	0.76	0.53
1	2.46	0.21	0.42	0.43	0.69	0.43
1(w/o pheromone)	1.17	0.18	0.51	0.49	0.81	0.41

1. Non significant in Ftest at 0.05 level.

性誘劑對小菜蛾雌蛾交尾之影響：本項試驗因受試驗田面積之限制，無法同時設置小菜蛾交尾率調查之對照區，僅以性誘劑使用之前1個月（即69年11月14日至12月1日），及性誘劑停用後之第2週（70年1月28日至2月3日）之田間調查資料作爲對照。性誘劑使用前每日用煤油燈誘集田間之雌蛾計算其平均交尾率(87.0±12.3%）或每週4次用掃網掃集田間雌蛾，調查其平均交尾率(96.0±7.6%），以及性誘劑停止使用後用掃網掃得之雌蛾平均交尾率（77.9±13.7%）用以估計使用誘劑對雌蛾交尾之影響。由表3得知不論性誘劑（Z11－16：Ald+Z11－16：Ac+Z11－16：OH）之放置間距爲4、7或10m，其對雌蛾之交尾抑制力均低於24%。

表3. 性誘劑對小菜蛾雌蛾交尾之抑制

Table 3. Mating suppression of female DBM by field application of synthetic sex pheromone.

Distance of traps (m)	Mating percentage	Mating suppression (%) [1]
4	78.5± 6.8	18.2
7	66.9±11.7	23.4
10	75.2± 2.8	21.7
CK[1]	96.0± 7.6	

1. Data were transformed by using Abbott's formula and the check value 96.0±7.6 was obtained by average the female mating rate observed in the 4 weeks prior to the application of synthetic sex pheromone.

使用性誘劑對小菜蛾幼蟲之發生預測：分析誘劑各處理每7天誘得之雄蛾數與田間調查平均每株甘藍上之小菜蛾密度資料，顯示誘劑間距在2.2至11m時，即在100m² 菜田內設置25、9、4及1個誘蟲盒，其所誘得之小菜蛾雄蛾數可反映誘集前1－7天與誘集後0－6天田間小菜蛾之第三與四齡幼蟲密

度（Y），各處理達顯著與極顯著水準（表4、5），誘劑間距爲 11m 時，前者之相關係數爲 0.855，Y＝－0.2895＋0.21x（表4），後者相關係數爲 0.662，Y＝－0.2117＋0.027x（表5）。誘劑間距爲 11m 時，資料亦顯示誘集得之雄蛾數（x）可預估誘劑使用後 7－13天田間小菜蛾第三與四齡幼蟲密度（Y），r＝0.578，Y＝0.1445＋0.029x（表5）。但各處理之誘雄數與誘劑使用 14－20 天後田間所發生之小菜蛾卵數、幼蟲數及蛹數無相關性。

表4. 性誘劑誘雄數與 1－7 天前田間平均每株小菜蛾 3 、4 齡幼蟲數之相關

Table 4. Correlation coefficients between total males DBM trapped per 7-day period and the $\bar{X}$ numbers of 3rd-4th larval DBM per plant prior to 1-7 days.

No. trap/100m^2	Correlation coefficients
25	0.757 **
9	0.728 **
4	0.754 **
1	0.855 **

**Significant difference, 1%.

表5. 性誘劑誘雄數與使用誘劑後 6 至20天田間平均每株小菜蛾 3 、4 齡幼蟲數之相關

Table 5. Correlation coefficients between the $\bar{X}$ numbers of 3rd-4th larval DBM per plant and total males per 7-days period with 3rd-4th larval populations offset by 6 to 20 days.

No. trap/100m^2	Correlation coefficients offset by sample days of:		
	6	13	20
25	0.682 **	0.309	－0.559
9	0.531 *	0.098	－0.166
4	0.586 *	0.443	－0.243
1	0.662 **	0.578*	－0.206
Sample size	16	14	11

*Significant difference, 5%; **significant difference, 1%.

討　論

性誘劑對小菜蛾之防治

小菜蛾之成蟲一生交尾多次，雌蛾經 1 次交尾後即可終生連續產下受精卵。日本山田偉雄推測田間雄蛾之一生交尾次數約在 9 次以上[5]。因而性誘劑之誘雄效果若非十分理想，則不足以抑制其次代小菜蛾之繁殖。本試驗前期結果，顯示性誘劑與雄蛾釋放點距離爲 0.5m 時，釋放雄蛾之回收率僅

33%[3]。本期結果，性誘劑放置間距在2.2m（25個誘蟲盒／100m²）與3.6m（9個誘蟲盒/100m²）時亦不能將後代小菜蛾密度抑低；又性誘劑間距爲4m（15個誘蟲盒/240m²）時，其誘效約僅爲掃網掃得田間雄蛾數之39.3%，其對雌蛾交尾之抑制力亦不過18.2%。因此筆者等認爲在田間用1-4m之間距放置小菜蛾性誘劑，在人力、誘劑費用或效果方面均不理想。

性誘劑對小菜蛾族羣之預測

71年10月18日至12月14日間，由田間取樣調查小菜蛾密度與性誘劑誘得之雄蛾數相比較，得知小菜蛾在甘藍栽培期發生2世代。平均溫度爲24.1°C時，其完成1世代約需21天，19.2°C時約需42天（圖1），其發育日數與室內飼育各齡之發育日數頗爲吻合[2]。故筆者等與Baker等氏都認爲可利用小菜蛾發育全期之有效積溫（degree-days）或性誘劑作爲預測該蛾發生盛期之指標，以便加强其田間幼蟲發生之調查。

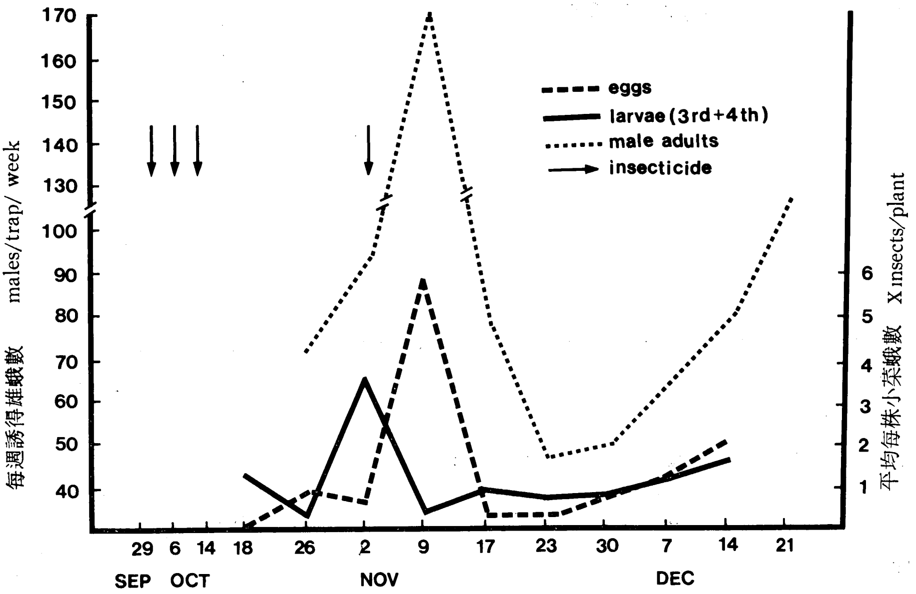


圖 1. 田間使用性誘集器後小菜蛾之發生消長

Fig. 1. Field populaion trends of DBM after sex pheromone applied in 1982.

Baker等氏（1979-1980）於美國15處甘藍田利用小菜蛾性誘劑預測該劑使用後隨即發生之小菜蛾幼蟲密度，發現40%之菜園顯示其雄蛾誘集數與經過11-21天後田間幼蟲數相關，r＝0.651-0.918。而其餘60%無顯著相關性存在之菜園，乃受農藥施用之影響[8]。本試驗之初步結果顯示在100m²菜園內使用1個誘蟲盒，連續7天之誘雄數即能反映誘集前1－7天，或預測誘集後0－6及7－13天平均每株甘藍上小菜蛾第三與四齡幼蟲數，r值分別爲0.855、0.662及0.578。而農藥對其相關性之干擾，在資料分析時已予剔除。

Baker等氏認爲利用性誘劑作爲施藥與否之標示，尙需進一步研究。同時各甘藍田因種植日期、小菜蛾蟲口密度及施藥之時機與次數等之不同，所誘得之雄蛾與田間發生之幼蟲密度變動很大，因此每處菜田均須單獨進行預測試驗[7]。此點就本省菜田之面積小而零散以及種植管理方式之複雜，似難加以利用。

小菜蛾性誘劑之專一性

性費洛蒙對昆蟲具有種內（intraspecific）或種間（interspecific）之影響[1]。本試驗期間誘蟲盒內雖曾誘到稻縱捲葉蛾（*Cnaphalocrocis medinalis*）、斜紋夜盜蛾（*Spodoptera litura*）、

菜白蝶 (*Artogeia rapae crucivora*) 及一些其它鱗翅目害蟲等。但就數量而言，本種性誘劑誘得之昆蟲仍以小菜蛾爲主，其它種類概屬零星而已。爲調查性誘劑對小菜蛾幼蟲寄生小繭蜂 *Apanteles plutellae*之影響，在性誘劑不同間距處理區及無誘劑對照區內之調查，發現各處理間平均每株甘藍上之小繭蜂繭數均無顯著差異（表6），顯示小菜蛾性誘劑對 *Apanteles* 蜂並無誘力。

表6. 性誘劑對小菜蛾幼蟲寄生蜂 *Apanteles plutellae* 之影響

Table 6. Effect of synthetic sex pheromone of DBM on its larval parasitoid, *Apanteles plutellae*.

No. trap/100m²	Distance of traps (m)	Mean no. *Apanteles* cocoons/plant	$F_{0.05}$
25	2.2	0.21	N S
9	3.6	0.34	N S
4	5.6	0.29	N S
1	11.0	0.30	N S
1 (w/o pheromone)	11.0	0.28	N S

Experiments were conducted from Nov to Dec, 1982.

性誘劑在綜合防治方面之使用

甘藍在生長初期，植株幼小不能忍受害蟲之爲害，如不用藥防治，則將因受蟲害而致發育受阻，無法達成生產目標。本省小菜蛾之防治基準爲花椰菜定植後 31至45 天，每株上之三至四齡幼蟲爲1隻，定植45天後則爲10隻 [4]。本試驗結果顯示在甘藍生長初期連續施用 25.3% 美文松 (500倍) 3次，或在其生長中期再施用1次，可使小菜蛾之三至四齡幼蟲密度分別降低爲 1.42-0.41 隻／株與 0.56-0.69隻／株，直到次代小菜蛾發生時，菜株上之小菜蛾密度才升高至3.72與2.26隻／株（圖1）。因此筆者等認爲9月底甘藍移植後之3至4週必須妥爲保護，可依農藥殘效之長短施用之，嗣後則利用性誘劑進行雄蛾發生調查或依小菜蛾幼蟲期發育所需積效溫度估算，若在當代成蛾發生盛期再及時施藥1次，並注意甘藍收穫後之淸園工作，或可達到經濟防治之效果。

掃網與燈光誘集均不適於小菜蛾雌蛾之調查

使用掃網在田間進行地毯式之採集或用煤油燈誘蛾以探測田間小菜蛾成蛾之密度，發現甘藍田植株生長粗硬，而成蛾多棲息於其基部，使用掃網並不理想，因此所掃得之蛾數實不足以估計田間之實際發生量，尤其雄蛾之活動性較强，故掃得或誘得者多屬雄性，因此在掃得或誘得之成蛾中其性比差異極大。如採集田間之小菜蛾蛹而在室內羽化者，其雌雄性比爲1：1，而田間掃網得者則爲1：5.4，燈光誘集者爲1：5.9。如此用掃網或燈光誘集進行田間取樣調查小菜蛾雌蛾之交尾率，甚爲不易。若欲採得足够數量之雌蛾供解剖材料以估計其交尾率，所用方法亦有待改進。

參考文獻

1.周延鑫・1982・小菜蛾之性費洛蒙及其利用研究。行政院科技顧問組植物保護研究聯繫協調小組報告：123。行政院農發會印。

2.徐世傑、王振容・1971・光週期和溫度對小菜蛾發育及對小繭蜂寄生關係之影響。臺大植物病蟲害學刊 1：3-36。

3.錢景秦、邱瑞珍・1986・小菜蛾性誘劑之田間誘效試驗。1.性費洛蒙添加物之誘雄效果與性誘劑誘雄距離之探測。中華農業研究 35(4)：521-529。

4.蘇文瀛、陳秋男・1984・臺灣冬作花椰菜上小菜蛾之經濟防治。植保會刊 26：41-53。
5.山田偉雄・1979・コナガ成蟲の交尾習性。應動昆 23：43-45。
6.腰原達雄、山田偉雄・1980・コナガの合成性フエロモンおよびその關連化合物の誘引活性。應動昆 24：6-12。
7.藤吉臨、宮下和喜、川崎建次郎・1979・合成性フエロモンによろコナガの交尾阻害，應動昆 23：235-239。
8. Baker P. B., A. M. Shelton, and J. T. Andaloro. 1982. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in cabbage with pheromones. J. Econ. Entomol. 75：1025-1028.
9. Tamaki Y., K. Kawasaki, H. Yamada, T. Koshihara, N. Osaki, T. Ando, S. Ypshida and H. Kakinohana. 1977. (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetate：sex pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Appl. Ent. Zool. 12：208-210.
10. Yang L. C. and Y. S. Chow. 1978. Spermatophore formation and the morphology of the reproductive system of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera：Plutellidae). Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 17：109-115.

Field trapping of the diamondback moth, *Plutella xylostella* by using synthetic sex pheromone

II. The effective control and population monitoring of sex pheromone of diamondback moth[1]

Ching-chin Chien and Shui-chen Chiu[2]

Summary

Studies were conducted in cabbage field of the Taiwan Agricultural Research Institute at Wufeng, Taichung during 1980-1982, to determine the potential synthetic sex pheromone trapping for controlling and monitoring diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella*.

The results showed that the sex pheromone lure (Z11−16：Ald+Z11−16：Ac+Z11−16：OH, 1：1：0.02) with 50 or 100ug per trap set up a distance as dense as 2.2m (25 traps/100m^2) or 4m (15 traps/240m^2) apart, were not able to control the subsequent populations of DBM occurred in the field. However, the total number of male moths cought weekly by the traps (50ug/trap) set at 11m apart (1 trap/100m^2) showed the correlation with the subsequent populations of the 3rd- and 4 th-instar larvae of DBM occurring 2-week later.

The sex pheromone lure did not attract the braconid, *Apanteles plutellae*, a larval parasitoid of DBM.

. Contribution No. 1329 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Entomologist and Senior Entomologist of TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.

葱薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman 之生活史及其田間發生消長[1]

呂鳳鳴　　李錫山[2]

摘要：葱薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman 係石蒜科蔬菜之主要害蟲，其生活史以特製之壓克力養蟲裝置在室內飼育。葱薊馬之發育由卵，若蟲期至前蛹及蛹期，在 16°C 時各蟲期分別平均爲 9 .50，8 .93，8 .80日，20°C 時爲 7 .50，6 .77，7 .30日，24°C 時爲 5 .40，5 .03，4 .40日，室溫（平均 19.53°C）時爲 4 .90，6 .20，5 .80 日。成蟲壽命16°C 時爲10.79日，20°C 時爲 10.77日，24°C 時爲 10.40日，室溫時爲 13.57 日。成蟲多行孤雌生殖 parthenogensis。產卵量可用 Lactophenol-acidfuchsin solution 染色後加以觀察，每一雌蟲平均產卵量 16°C 時爲 11.18 粒，20°C 時爲11.83粒，24°C 時爲 13.10 粒，室溫下爲 9.97 粒。其發育臨界低溫在卵期爲 5.85°C ，若蟲期爲 5.89°C ，前蛹及蛹期爲 8.80°C。有效積算溫度，卵期平均爲 100日度，若蟲期平均 92日度，前蛹及蛹期平均71日度。各蟲期之發育速率（Y）受溫度（x）影響，其關係呈正相關，方程式爲卵期$\hat{Y}=-0.0585+0.0100X$ （$r^2=0.9710$），若蟲期爲 $\hat{Y}=-0.0642+0.0109X$ （$r^2=0.9896$），前蛹及蛹期爲$\hat{Y}=-0.1250+0.0142X$ （$r^2=0.8965$）。在本省南部地區葱薊馬田間族羣在11～4 月爲高峰期，尤以2、3 月爲烈。夏季則蟲口密度顯著降低，其族羣變動受溫度、雨量之影響較大。

本省石蒜科蔬菜之栽植面積至72年有 21,356公頃，其中葱5,293公頃，葱頭 3,049公頃，洋葱960公頃，蒜 3,170公頃，蒜頭 7,949公頃，韮菜935公頃。主要分布於彰化、雲林、臺南、屏東等地，尤於南部地區栽植面積較大，產量也多。各石蒜科作物經調查均普遍發生葱薊馬，爲害嚴重時被害植株之葉部幾全被葱薊馬之口器銼破，葉部呈白色斑點，影響葉部光合作用，並立即向下彎曲，而成所謂的銀尖（Silver tap），致使植株發育不良，甚而萎縮枯死。近年來農民多用化學藥劑來防治，但效果不彰。且如大蒜、韮菜等葉之折摺處多，葱薊馬易藏匿其中，不易防治。本蟲係世界性之害蟲[21]，對其基本之生活史資料多有研究，且其對作物爲害亦有報告，然多偏重於棉田及其他特作[6,10,11,12,17,21]，另外在加拿大、夏威夷、波蘭等地區亦有報導其傳播毒素病[9,14,18,23]。因本省石蒜科作物嚴重受害，有關資料却非常缺乏，故對其生態做深入探討。以供參考。

材料和方法

一、葱薊馬生活史之觀察：

（1）室內飼育：自田間採集有葱薊馬爲害之葱、蒜等植株携回室內，在雙筒解剖顯微鏡下鏡檢，以細柔毛筆將葱薊馬蟲體輕移入清潔未受害之葱葉上，置入特殊壓克力之養蟲裝置[4,13]，進行固定飼養（圖1），且加以編號，分別置於 16、20、24°C（±1°C）之恆溫箱內，光照12小時，每天

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1330 號。本研究承行政院農委會之經費補助。標本承陳連勝先生鑑定，試驗期間承丘麗蓉、黃益美小姐之協助，謹誌謝忱。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所植保系助理、副研究員兼系主任。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

固定時間觀察並記錄各蟲期之發育情形；且在室溫（平均 19.53°C）下亦用同法飼養。各組試驗30隻以上之蟲數。

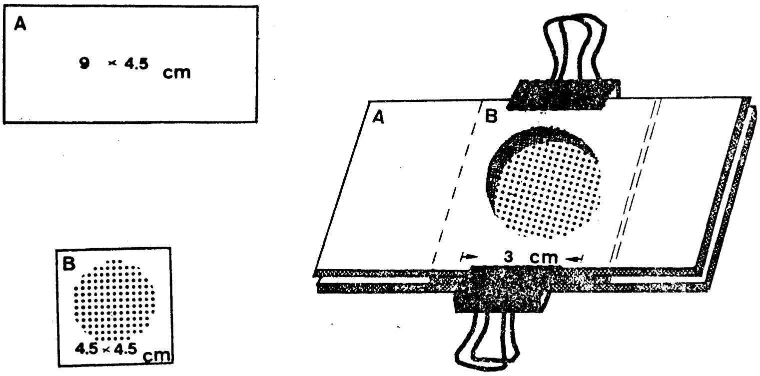


Fig. 1. Types of "acrylic-plastic sheets" for rearing thrips in the laboratory.

圖1. 養薊馬之壓克力片裝置。

（2）產卵量之觀察：蔥薊馬的卵微小且埋於葉肉，肉眼不易見到；欲瞭解其產卵量須在各溫度以同法再飼30隻成蟲，每日將置換出之舊蔥葉分別投入 Lactophenol-acidfuchsin solution 中[4,16,22]，經水浴加熱3－5分鐘，冷却後以清水冲洗葉片，再以解剖顯微鏡檢視其產卵量。

（3）發育速率，發育臨界溫度及有效積算溫度之計算[2,7]：將各定溫下發育期之倒數作爲發育速率；再以迴歸法求得發育速率與溫度的迴歸直線，利用外插法，求得該迴歸直線在發育速率爲零時之溫度（發育臨界溫度）。並代入 $K=(v-k)\times t$ 公式，求其有效積算溫度。

二、蔥薊馬田間發生消長：

由72年7月至75年6月，每週至不施藥之珠蔥田逢機取樣50株蔥枝，利用蔥薊馬之背光性及不耐熱性，置蔥株於特製之薊馬收集器[3,19]，將蟲體趨入 70％酒精中，24小時後計算蔥薊馬若、成蟲數。調查期間並記錄氣象資料。

結果與討論

一、蔥薊馬之生活史：

（1）蔥薊馬之形態及生活環：蔥薊馬經卵，若蟲（一、二齡），前蛹及蛹期（亦稱三、四齡若蟲）至成蟲期，是介於完全變態和不完全變態間之昆蟲。卵（圖2a），腎形，透明無色。單一散產，

表1. 蔥薊馬在室溫及定溫（16、20、24°C）下各發育期及成蟲壽命、產卵量。

Table 1. Duration of development and adults' logevity, fecundity of onion thrips at 16, 20, 24°C and room temperature (n=30)

Temp. (°C)	Duration of development (days±S. D.)			Adult	
	Egg	Nymph	Prepupa & Pupa	Longevity	Fecundity (Eggs/Female)
16 (±1)	9.50±2.44	8.93±1.79	8.80±2.94	10.79±6.68	11.18
21 (±1)	7.50±1.77	6.77±2.78	7.30±1.81	10.77±7.74	11.83
24 (±1)	5.40±0.95	5.03±1.08	4.40±1.02	10.40±6.22	13.10
room temp. (19.53±2.68°C)	4.90±1.26	6.20±1.68	5.80±2.01	13.57±6.72	9.97

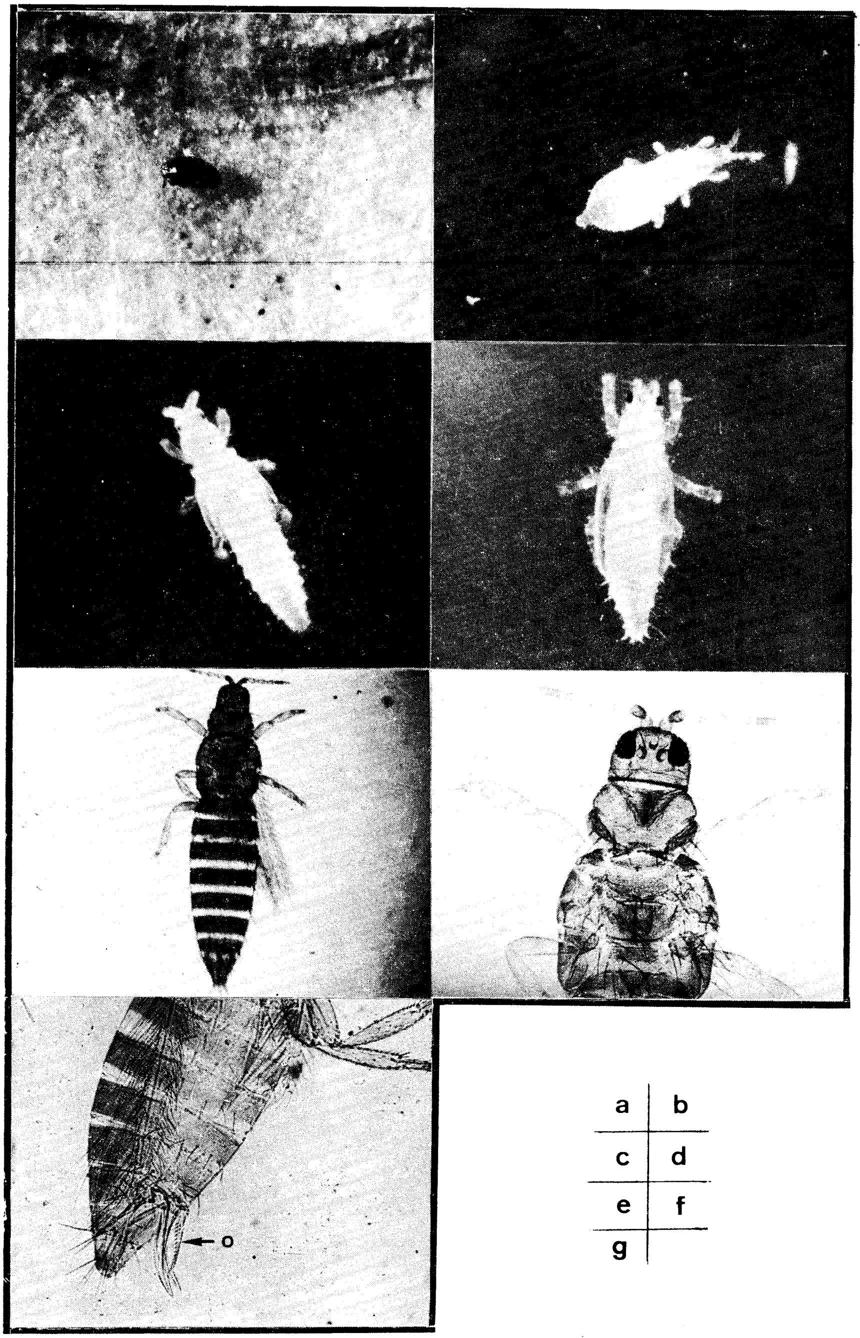


圖2. 葱薊馬各蟲期之形態。

Fig. 2. Morphology of *Thrips tabaci*.

a. Egg buried in the leaf tissue.
b. Nymph.
c. Prepupa.
d. Pupa.
e. Adult (Female).
f. The head of adult.
g. o: ovipositor.

長約 200μ ，寬約 100μ ，有光澤。卵期 16°C 時平均 9.50天，20°C 時平均 7.50天，24°C 時平均 5.40天，室溫下平均4.90天（表 1）。若蟲（圖2b），體細長，尾端尖小，叢生粗毛。觸角比成蟲之觸角長，初齡若蟲體長約 1mm ，淡白色，行動略緩；二齡若蟲體淡黃色，體長約 1.1～1.2mm ，行動活潑。若蟲喜群棲於葉基部之折摺處或心葉內，除非棲息低部位太擁擠才移至上部位，此與 Shull 氏之觀察相同[20]。若蟲期在16°C 時平均8.93天，20°C 時平均 6.77天，24°C 時平均為5.03天，室溫下平均為6.20天（表 1）。前蛹（圖2c）具長至第二腹節之翅芽，體淡黃色，透明，觸角縮短，位於頭之前方。蛹期（圖2d）體略菱形，翅芽長至第五腹節，觸角比前蛹期長，但由第二節處向後倒覆於頭及前胸節背方。前蛹與蛹為取食量及活動性小，其為害力較弱之時期[3]，多在土中或葉上棲息。一般前蛹期僅 1～2 天。而前蛹至蛹期在 16°C 平均為8.80天， 20°C 時平均為7.30天，24°C 時平均為4.40天，室溫下平均為 5.80天（表 1）。成蟲（圖2e、f)黃褐色，體長約1.5～2mm。體色受溫度影響很大，高溫時體色較深，低溫則較淡。體色亦受取食作物之部位而異，取食葉基部者體色較淡，取食葉片者體色較深，與 Lewis[13] Wardle[21] 氏之報告相吻合。雌蟲在第八、九腹節間具鋸齒狀向下彎曲之產卵管（圖2g），多行孤雌生殖。雄蟲體較小，體色較淡， 但田間甚少發現[10,17,20]，筆者在本省73至75三年之田間消長調查均未見雄蟲。

（2）產卵量之觀察：經染色後之蟲卵鏡檢為暗紫紅色，分布於葉肉組織內，每一雌蟲平均產卵量，在 16°C 時平均 11.18粒 ，20°C 時平均11.83粒 ，24°C 時平均 13.10粒，室溫下平均 9.97粒（表1）。

（3）葱薊馬之發育速率及其發育臨界低溫：

葱薊馬之卵、若蟲期、前蛹與蛹期在不同溫度（16～24 °C）下之發育速率隨溫度上升而增快，其發育速率（Y）和溫度（X）間之關係式為卵期者 $\hat{Y}=-0.0585+0.0100X$ ($r^2=0.9710$) 若蟲者 $\hat{Y}=-0.0642+0.0109X$ ($r^2=0.9896$) ，前蛹與蛹期者 $\hat{Y}=-0.1250+0.0142X$ 新葉，是為將來帶入

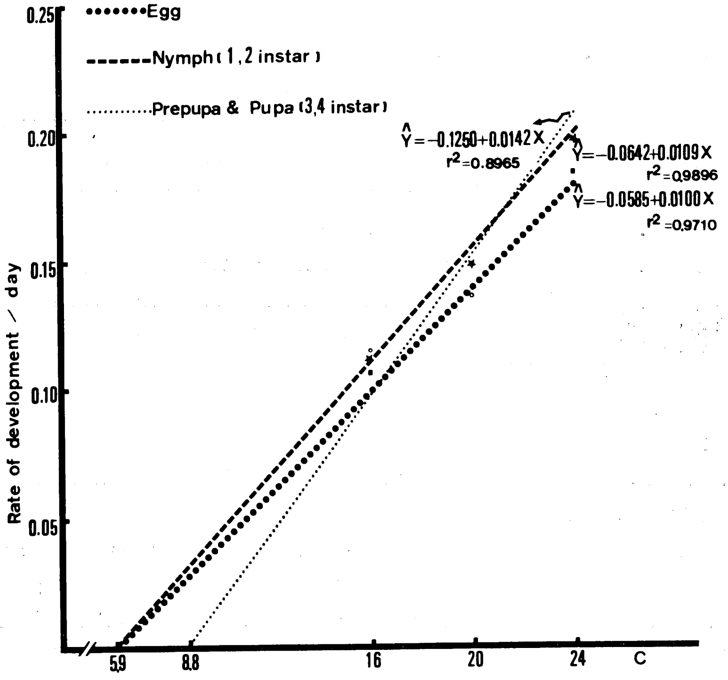


Fig. 3. The developmental rate of egg and nymph of *Thrips tabaci* at different temperature.

圖3. 葱薊馬之卵及若蟲期在各溫度之發育速率。

田間之蟲源[8]，在本省石蒜科作物上亦有待更進一步之求證，以做為田間防治工作之參考。

參考文獻

1. 方敏男，1970・韮菜薊馬生態初步研究，蔬菜害蟲研討。(臺大昆蟲研究室編)：63—64。
2. 朱耀沂、石正人、魯仲瑩・1982・赤脚青銅金龜生態學之研究Ⅱ.卵及幼蟲期之發育。中華昆蟲2（1）：34—52。
3. 呂鳳鳴、李錫山・1985・葱薊馬之為害調查與化學防治，中華農業研究34（2）：223—227。
4. 邱煇宗・1984・腹鈎薊馬之生物學及化學防治・植保會刊26（4）：365—377。
5. 貢穀紳・1984・臺灣主要蔬菜害蟲之經濟重要性變遷與防治展望・蔬菜害蟲研討會專刊：3—30。
6. Ananthakrishnan, T. N. 1973. Thrips: Biology & control. MacMillan India. pp. 120.
7. Arnold, C. Y. 1959. The determination & significance of the base temperature in a linear heat unit system. Am. Soc. Hort. Sci . 74 : 430-445.
8. Bailey, S. F. 1934. A winter study of the onion thrips in california. Bull. Agr. Calif. 23 (2—6) : 149-152.
9. Bailey, S. F. 1934. Thrips as vectors of pant disease. Jour. Econ. Entomol. 28: 856-863.
10. Eddy, C. O. and W. H. Clarke. 1930. The onion thrips on seedling cotton, with a season's record of parthenogenetic development. Jour. Econ. Entomol. 23 : 704-708.
11. Gaines, J. C. 1934. A preliminary study of thrips on seedling cotton with special reference to the population, migration, and injury. Jour. Econ. Entomol. 27 : 740-743.
12. Kaiser, W. J., Wyatt, S. D. & Pesho, G. R. 1982. Natural hosts and vectors of tobacco streak virus in easterns Washington. Phytopathology 72 : 1508-1512.
13. Lewis, T. 1973. Thrip, their biology, ecology and economic importance. Academic press London & New York. pp. 349.
14. Messieha, M. 1969. Transmission of tobacco ringspot virus by thrips. Phytopathology 59 : 943-945.
15. North, R. C. and A. M. Shelton. 1986. Colonization and intraplant distribution of *Thrips tabaci* (Thsanoptera: Thripidae) on cabbage. Jour. Econ. Entomol. 79 : 219-223.
16. Parrella, M. P. and K. L. Robb. 1982. Technique for staining eggs of *Liriomyza trifolii*, within chrysanthemum, celery & tomato leaves. Jour. Econ. Fntomol. 75 : 383-384.
17. Sakimura, K. 1932. Life history of *Thrips tabaci* L. on *Emilia sagttata* & its host plant range in Hawaii. Jour. Econ. Entomol. 25 : 884-891.
18. Sakimura, K. 1963. *Frankliniella fusca*, an additional vector for the tomato spotted wilt virus, with notes on *Thrips tabaci*, another vector. Phytopathology 53 : 412-415.
19. Shirck, F. H. 1948. Collecting & counting onion thrips from samples of vegetation. Jour. Econ. Entomol. . 41(1) : 121-123.
20. Shull, A. F. 1912. Biology of the thysanoptera II Sex & life cycle. The American Naturalist No. 568 : 236-247.
21. Wardle, R. A. 1927. The biology of Thysanoptera with reference to the cotton plant. Ann. Appl. Biol. 14 : 482-529.
22. William, E. C. 1942. A method of locating insect eggs in plant tissues. Jour. Econ. Entomol. 35(2) : 286.
23. Zawirska, I. 1981. Studies on the tobacco thrips (*Thrips tabaci* Lind.) and its role in the transmission of tomato spotted wilt virus (TSWV) on tobacco. Rev. appl. Ent (A) 69(6) : 2945.

($r^2=0.8965$)（圖3）。其各蟲期之發育臨界低溫分別爲 5.85, 5.89, 8.80 °C, Wardle 氏報告此蟲之發育臨界低溫爲 7°C [21]。其有效積算溫度，卵期平均 100 日度，若蟲期平均 92日度，前蛹與蛹期平均71日度（表2）。

表2. 蔥薊馬之發育臨界低溫及有效積算溫度

Table 2. The physiological zero point and accumulated temperature for *Thrips tabaci*

Temperature (°C)	Accumulated temperature (D. D)		
	Egg stage	Nymph stage (1.2 instar)	Prepupa & pupa stage (3.4 instar)
16	96	90	63
20	106	96	82
24	98	91	67
Mean	100	92	71
Physical zero point (°C)	5.85	5.89	8.80

二、蔥薊馬之田間發生消長：

蔥薊馬爲一世界性害蟲，依本省南部之調查在各石蒜科作物上普遍發生，每年約11－4月大量發生，而以2、3月爲烈（圖4）。此與室內飼養之結果比較，均發現其較適宜於偏低之溫度，即在低溫（16～24°C）適合其發生，Wardle 氏亦報導本蟲之生長適溫在 20～22°C [21]。該蟲在夏季高溫時死亡率較高，尤其是若蟲，在驟雨後如溫度再度升高，其死亡率更形升高。而6～8月不宜植株正常生長，故夏季在石蒜科作物上甚少發現該蟲，此與其它研究報告相吻合 [5,13,21]，然方氏1970年報告韮菜上蔥薊馬之發生以 4～6 月發生最嚴重似有差異 [1]，另外 North 和 Sholten 提出蔥薊馬會遷移至甘藍上 [15]，在本省是否有季節性遷移或寄主間之差異，尚待更進一步之探討。

此外，多種石蒜科作物之球莖如有裂開或鬆開之情形則易藏大量薊馬，待球莖長芽，薊馬又移至

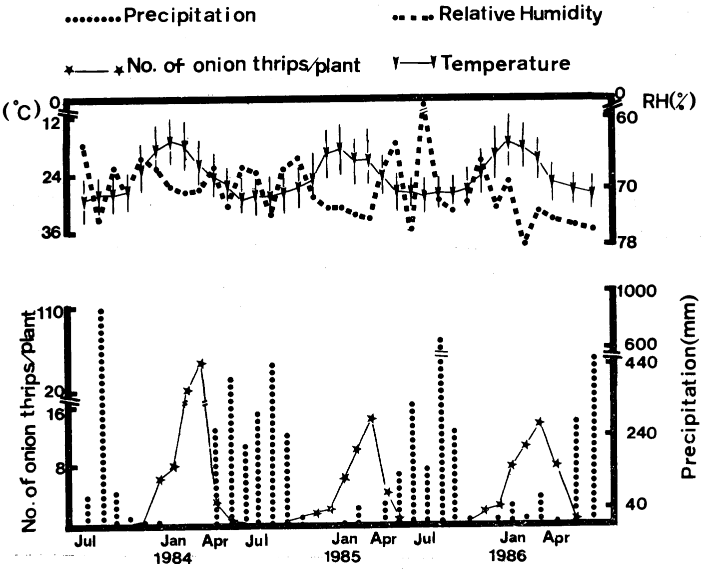


Fig. 4. The seasonal occurrence of onion thrips.

圖4. 蔥薊馬之季節發生消長

The Life History and Seasonal Occurrence of Onion Thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) [1]

F. M. Lu and H. S. Lee [2]

Summary

Onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman has been one of the major insect pests on Amaryllidaceae in Taiwan. Rearing the thrips using the sandwich type of acrylic-plastic sheets in laboratory under 16, 20, 24°C(±1°C) and room temperature(average 19.53°C). The mean duration of egg, nymph, prepupa and pupa were varied with temperature, the egg stage required 4.90—9.50 days, nymphal stage required 5.03—8.93 days, prepupal and pupal stage required 4.40—8.80 days, respectively. The longevity of adults were 10.79, 10.77, 10.40 and 13.57 days with 16, 20, 24°C and room temperature, respectively. Adults reproduced progency by parthenogenesis completely. For the small egg buried in the leaf tissue and hard to observe directly, therefore using the dye lactophenol acid-fuchsin solution and got the average fecundity of per female were 11.18, 11.83, 13.10 and 9.97 under various temperature respectively. The physiological zero point of development of egg, nymph, prepupa and pupa stage were 5.85, 5.89, 8.80 °C respectively and the average accumulated temperature of egg, nymph, prepupa and pupa stage were 100, 92, 71 degree-days, respectively. From the data above, we got the development rate (Y) were affected by temperature, and calculated the regressive equations were $\hat{Y} = -0.0585 + 0.0100X$ ($r^2 = 0.9710$), $\hat{Y} = -0.0642 + 0.0109X$ ($r^2 = 0.9896$), $\hat{Y} = -0.1250 + 0.0142X$ ($r^2 = 0.8965$), respectively. From the three years survey of population density in the field, we found the population density increased from November to April, especially in the February and March of low temperature seasons, and the population density declined sharply during high temperature season. Obviously, the fluctuation of onion thrips population in the field was influenced by temperature and precipitation.

---

1. Contribution No. 1330 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research assistant and Head, Plant Protection Division, respectively. Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI. Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, 83017, R. O. C.

Vol. 36, No. 1 March 1987

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Inheritance of the physical properties of cooked milled-rice ············Y. C. Kuo and C. Liu··· 1

Effect of Population Density on the Accumulation of Dry Matter in Maize·········C. S. Wang, S. H. Tsao and D. J. Liu··· 15

Accumulation and Distribution of Nutrients in Soybeans III. Accumulation of TNC, N, P, Kand Mg during Plant Development··············· C. S. Wang and D. J. Liu··· 29

Root Growth Characteristics of Peanut Genotypes ··············· M. T. Huang and D. L. Ketring··· 41

Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size. I. Agronomic Characters and Dry Matter Production in the Spring Crop Season··················· F. C. Chang and D. J. Liu··· 53

Effects of Cultural Methods on the Yield and Some Physiological Characters of Rice Varieties Differing in Grain Weight····························J. C. Tsai··· 63

Influence of temperature and precipetation onfruit qulity and leaf nutrients content of ponkan (*Citrus reticulata*, Bla nco) from major ponkan production areas in Taiwan················ S. S. Chang, F. S. Lee, and W. L. Wu··· 75

The Effect of Environmental Factors on the Growth of HN 501 Blue-Green Algae······················S. Y. Jean and C. J. Lin··· 87

Bean yellow mosaic virus from gladiolus: Identification, purification and its serological properties··················· S. H. Huang, C. H. Hseu, and C. A. Chang··· 94

Post-harvest control measures of insect pests on maize beans and sorghum·············· T. Lin, C. H. Li and K. C. Lo··· 105

Field trapping of the diamondback moth, *Plutella xylostella* by using synthetic Sex pheromone II. The effective control and population monitoring of sex pheromone of diamondback moth······C. CChien and S. C. Chiu··· 111

The Life History and Seasonal Occurrence of Onion Thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) ···········F. M. Lu and H. S. Lee··· 118

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China